

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

"На правах рукопису"
УДК 004.021

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.В. Коваль
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2018р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності - 121 Інженерія програмного забезпечення
за спеціалізацією - Програмне забезпечення веб-технологій та мобільних
пристроїв
на тему: Система аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному
просторі

Виконав (-ла): студент (-ка) 6 курсу, групи ТІ-71мп

Степанюк Андрій Валентинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент Варава І.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент

(підпис)

Київ - 2018

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”**

Факультет теплоенергетичний

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти другий, магістерський

зі спеціальності - 121 Інженерія програмного забезпечення

за спеціалізацією - Програмне забезпечення веб – технологій та мобільних пристроїв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль О.В.

(прізвище, ініціали)

(підпис)

«_____» _____ 2018р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

_____ Степанюк Андрій Валентичнович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації _____ Система аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі

Науковий керівник _____ к.т.н., доцент Варава І.А.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “_____” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження _____ побудова спектрограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі записані за допомогою гідрофона

4. Предмет дослідження _____ побудова спектрограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі та їх автоматизованого аналізу

5. Перелік питань, які потрібно розробити _____

1) Вивчити процес побудови спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі

2) Ознайомитися з алгоритмами обробки гідроакустичних сигналів

3) Проаналізувати ефективність роботи обробки сигналу за допомогою дискретного перетворення Фур'є

4) Розробити програмне забезпечення для реалізації алгоритму обробки гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі

6. Орієнтований перелік ілюстративного матеріалу _____
мета, постановка задачі, алгоритм обробки гідроакустичних сигналів, архітектура системи, результати дослідження, тривимірний графік дискретного перетворення Фур'є _____

7. Орієнтований перелік публікацій _____
Система аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі / VI наукова конференція «ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У СУЧАСНІЙ НАУЦІ», м. Харків, Україна, 11-14 листопада 2018р. УК.:ІПІ «Технологічний Центр», –с. 69. _____

8. Дата видачі завдання «_____» _____ 201__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Строки виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Затвердження теми роботи | 17.05.2018 | |
| 2 | Вивчення та аналіз роботи | 01.05.2018-03.09.2018 | |
| 3 | Розробка архітектури та загальної структури системи | 03.09.2018-28.09.2018 | |
| 4 | Розробка структури окремих підсистем | 01.10.2018-26.10.2018 | |
| 5 | Програмна реалізація системи | 22.10.2018 | |
| 6 | Оформлення пояснювальної записки | 02.09.2018-10.12.2018 | |
| 7 | Захист програмного продукту | 20.11.2018-26.11.2018 | |
| 8 | Передзахист | 26.11.2018 | |
| 9 | Захист | 19.12.2018 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

(підпис)

Степанюк А.В.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

І.А. _____

(підпис)

Варава

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Структура й обсяг дипломної роботи

Магістерська дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновку, переліку посилань з 31 найменувань, 2 додатки, і містить 17 рисунків, 21 таблиця. Повний обсяг магістерської дисертації складає 61 сторінки, з яких перелік посилань займає 3 сторінки.

Актуальність теми. Система спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному пространстві має більш ширший діапазон інформації. А саме дозволяє відстежити зміну частоти у часі. Це особливо важливе для виявлення доплерівського зсуву частоти.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота магістра виконувалась у КПІ ім. Ігоря Сікорського у відповідності з планом наукових досліджень кафедри АПЕПС.

Мета дослідження. Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи, яка отримує на початку аудіофайл у форматі dat або wav, що містить гідроакустичний сигнал з гідрофона.

Для реалізації поставленої мети були сформульовані наступні **завдання дослідження**, що визначили логіку дослідження та його структуру:

- побудови спектрограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі та їх автоматизованого аналізу;
- розробити структуру класів програмного забезпечення;
- побудова осцилограми сигналу;
- реалізувати обробку за допомогою алгоритму дискретного перетворення Фур'є.

Об'єктом дослідження є системи аналізу спектограм

гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі.

Предмет дослідження є гідроакустичні сигнали записані за допомогою гідрофона (датчик тиску), який удосконалений датчиками коливальної швидкості.

Методи дослідження: При вирішенні задач роботи застосовувався метод обробки сигналу за допомогою ШПФ.

Наукова новизна одержаних результатів. Найбільш суттєвими науковими результатами магістерської дисертації є:

- удосконалено спосіб обробки сигналу та відображення графіку у тривимірному пространстві;
- набуло подальшого розвитку адаптація методів обробки сигналу за допомогою алгоритму швидкого перетворення Фур'є.
- дозволяє відстежити зміну частоти у часі.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в розробці програмного забезпечення з використанням методів швидкого перетворення Фур'є, що може використовуватись для аналізу гідроакустичних сигналів.

Ключові слова. *ГІДРОАКУСТИКА, ШВИДКЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є, СИГНАЛ, ТРИВИМІРНИЙ ГРАФІК.*

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 4 |
| 1. ОСНОВИ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ СПЕКТОГРАМ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ У ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ | 5 |
| 1.1 Гідроакустичні технології | 5 |
| 1.2 Вхідні та вихідні дані | 7 |
| 2. СИСТЕМА АНАЛІЗУ СПЕКТОГРАМ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИСТЕМ | 8 |
| 2.1 Швидке перетворення Фур'є | 10 |
| 2.2 Алгоритми швидкого перетворення Фур'є | 16 |
| 2.2.1 Алгоритм Кулі-Туке | 16 |
| 2.2.2 Алгоритм високочастотного ШПФ | 17 |
| 2.2.3 Алгоритм ШПФ Брюна | 18 |
| 2.3 Багатовимірні ШПФ | 18 |
| 3. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ | 21 |
| 3.1 Засоби розробки | 21 |
| 3.1.1 Операційна система Microsoft Windows | 21 |
| 3.1.2 Графічний інтерфейс Windows Presentation Foundation | 22 |
| 3.1.3 Середовище розробки Microsoft Visual Studio | 23 |
| 3.1.4 Мова програмування C# | 24 |
| 3.1.5 Фреймворк .NET | 25 |
| 3.2 Програмна реалізація | 27 |
| 3.3 Об'єктно-орієнтоване програмування | 29 |
| 3.4 Методологія розробки Kanban | 31 |
| 4. МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ | 34 |
| 4.1 Системні вимоги | 34 |
| 4.2 Інсталяція та налаштування програмного продукту | 34 |
| 4.3 Сценарії роботи користувача з системою | 36 |
| 5. СТАРТАП ПРОЕКТ | 41 |
| 5.1 Опис ідеї проекту | 41 |
| 5.2 Технологічний аудит ідеї проекту | 44 |
| 5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту | 45 |

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

ДПФ – Дискретне перетворення Фур'є

ШПФ – Швидке перетворення Фур'є

ЗДПФ – зворотне дискретне перетворення Фур'є

Фреймворк – інфраструктура програмних рішень, що полегшує розробку складних систем

WPF – Windows Presentation Foundation

ICP – інтегроване середовище розробки

ВСТУП

Система аналізу спектрограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі — актуальна задача на сьогоднішній день. У процесі поширення гідроакустичного сигналу відбувається зміна його структури, які можуть бути розділені на амплітудні та фазові. Говорячи про зміну амплітуди, слід враховувати зміну рівня сигналу зі збільшенням відстані від джерела і флуктуації рівня сигналу через вплив багатопроменевого поширення хвиль і випадкових змін коефіцієнта передачі середовища. Зміна рівня зі збільшенням відстані від джерела сигналу пов'язано з розширенням фронту і різного виду втратами.

Аналіз вимірювань характеристик гідроакустичних сигналів показав, що відповідні випадкові процеси можуть бути описані на основі нормального розподілу, яке зустрічається найчастіше, і пов'язаних з ним розподілів Релея, Релея - Райса і логарифмічно нормального.

За результатами аналізу запропонована модель гідроакустичного каналу зв'язку, в якому перешкоди мають характер адитивного шуму з функцією щільності ймовірностей близькою до функції щільності ймовірностей гауссова процесу; флуктуації рівня і фази сигналу виявляються незначно - не більше 20% від середнього значення, їх швидкість істотно нижче швидкості передачі. Результати аналізу можуть знайти застосування при побудові систем гідроакустичної телеметрії.

1. ОСНОВИ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ СПЕКТОГРАМ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ У ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

Гідроакустика отримала широке практичне застосування, оскільки ще не створено ефективної системи передачі електромагнітних хвиль під водою на скільки-небудь значній відстані, і звук тому є єдиним можливим засобом зв'язку під водою. Для країн які омиваються морями актуальним є контроль прибережної акваторії. Існує ряд способів контролю заснованих на різноманітних фізичних принципах: візуальні, радіолокаційні, гідроакустичні та інші. Кожний з них дозволяє виявляти морські об'єкти, проте цілі такого виявлення можуть бути різними. Гідроакустичні методи дозволяють визначати наявність об'єктів у товщі води. Такі задачі були поставлені в першій половині XX століття у зв'язку із необхідністю виявлення підводних човнів. В цей час поширення набули гідроакустичні системи активної локації – гідролокатори. Але застосування гідролокаторів видає місцеположення того об'єкту, де він встановлений. Тому останнім часом активно розвиваються методи пасивної локації об'єктів на основі гідрофонів.

1.1 Гідроакустичні технології

Термін "гідроакустика" описує вивчення звукових хвиль у воді та її застосуванні. Гідроакустична система аналізу включає в себе запис сигналів, які показують зміни тиску води, що створюються звуковими хвилями у воді.

Звук дуже ефективно поширюється через воду, так що його можна чути і виявляти на великих відстанях. У воді є один шар, в якому звучання подорожей повільніше, але особливо ефективно. Цей шар - це Sound Fixing and Ranging Channel, SOFAR, який, як правило, знаходиться на глибині близько 1000 м. Гідроакустична система аналізу використовує унікальне явище звукових хвиль, що знаходяться в пастці цього шару. На рисунку 1.1 зображено шар SOFAR.

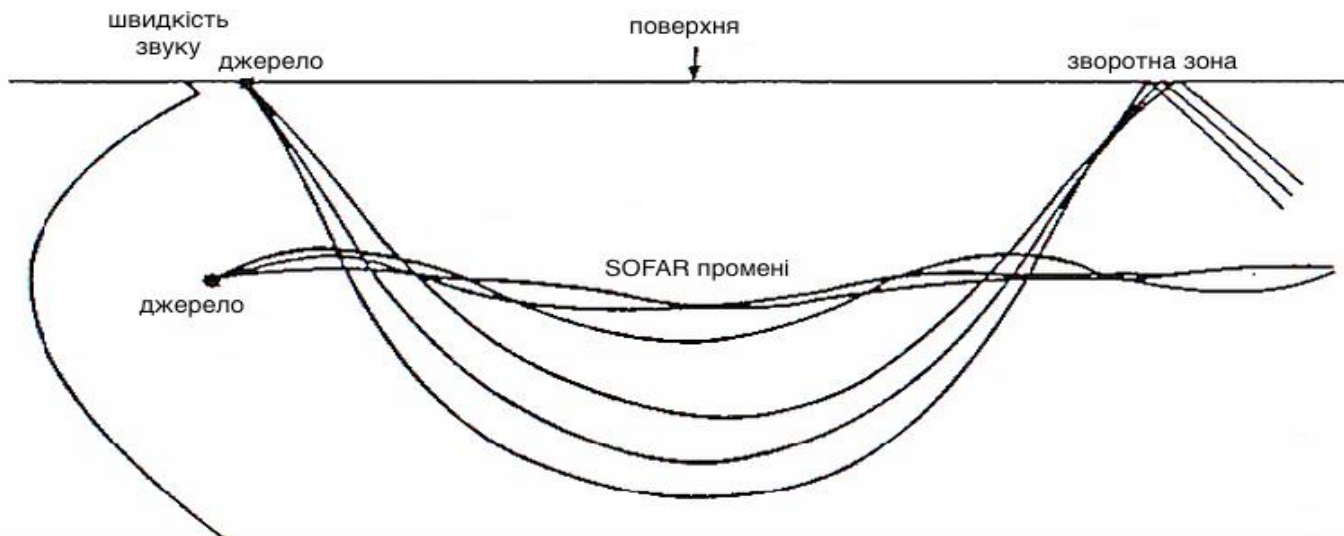


Рисунок 1.1 – SOFAR (Sound Fixing and Ranging Channel)

Гідроакустичні технології спочатку розвивалися на початку 20-го століття з метою підвищення безпеки морських подорожей. Випускалися звукові хвилі, і їх відбиття вимірювали від об'єктів, таких як айсберги та мілини у воді. Називається сонар (звукова навігація та діапазон), ця технологія незабаром була використана для навігації та виявлення підводного човна.

Окрім військової заявки, ця технологія користується великим застосуванням у ряді цивільних та наукових сфер. Гідроакустичні технології допомагають дослідити популяції китів та їх міграційні схеми, дослідження в галузі зміни клімату та системи попередження цунамі. Ця технологія також продовжує використовуватися там, де вона була вперше розпочата, а саме - підвищення безпеки перевезень.

1.2 Вхідні та вихідні дані

Необхідними вхідними даними для виконання роботи є завантаженням аудіофайлу у форматі raw audio, що містить гідроакустичний сигнал записаний з гідрофона, який зображений на рисунку 1.2. Також вхідними даними є введення

проміжку часу та канал сигналу, за який користувач хоче отримати інформацію по запису.



Рисунок 1.2 – Гідрофон

2. СИСТЕМА АНАЛІЗУ СПЕКТОГРАМ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИСТЕМ

В основі аналізу сигналів лежить дискретне перетворення Фур'є. Використання векторно-фазового методу дозволяє визначити напрямок приходу фронту гідроакустичної хвилі, а дискретне перетворення Фур'є представляє сигнал в частотній області. Для рухомих морських об'єктів взаємні спектри чотирьох каналів P , V_x , V_y , V_z весь час будуть змінюватися, тому актуальним є розширення стандартної спектрограми із використанням ШПФ на тривимірний випадок, коли третя вісь відповідає за час протягом якого зсувається діапазон відліків сигналу для побудови ШПФ. Система дозволяє відокремити ті частоти, які перевищують заданий поріг відношення «сигнал-шум». При аналізі цих частот можна робити висновок про напрям руху морського об'єкту, а їх стабільність у часі може бути сприйнята як гідроакустична сигнатура морського об'єкту.

2.1 Швидке перетворення Фур'є

Швидке перетворення Фур'є – це різні алгоритми, які обчислюють дискретне перетворення Фур'є послідовності або його зворотне. Аналіз Фур'є перетворює сигнал з його початкового домену (часто час або простір) у представлення в частотну область і навпаки. ДПФ отримується шляхом розбиття послідовності значень на компоненти різних частот. Ця операція корисна у багатьох областях, але обчислення безпосередньо з визначення часто занадто повільна, щоб бути практичною. ШПФ швидко обчислює такі перетворення, факторизуючи матрицю ДПФ у продукт рідких (переважно нульових) факторів. Як результат, він може зменшити складність обчислення ДПФ з $O(n^2)$, що виникає, якщо просто застосувати визначення DFT до $O(n \log n)$, де n – це розмір даних. Різниця в швидкості може бути величезною, особливо для довгих наборів даних, де N може бути тисяч або мільйони. За наявності помилки округлення, багато алгоритмів ШПФ

також набагато точніші, ніж безпосередньо визначають визначення ДПФ. Існує багато різних алгоритмів ШПФ на основі широкого кола опублікованих теорій, від простого арифметичного комплексного числа до теорії груп та теорії чисел. Приклад структури алгоритму ШПФ, що використовує розбиття на напіврозмірні ШПФ показан на рисунку 2.1.

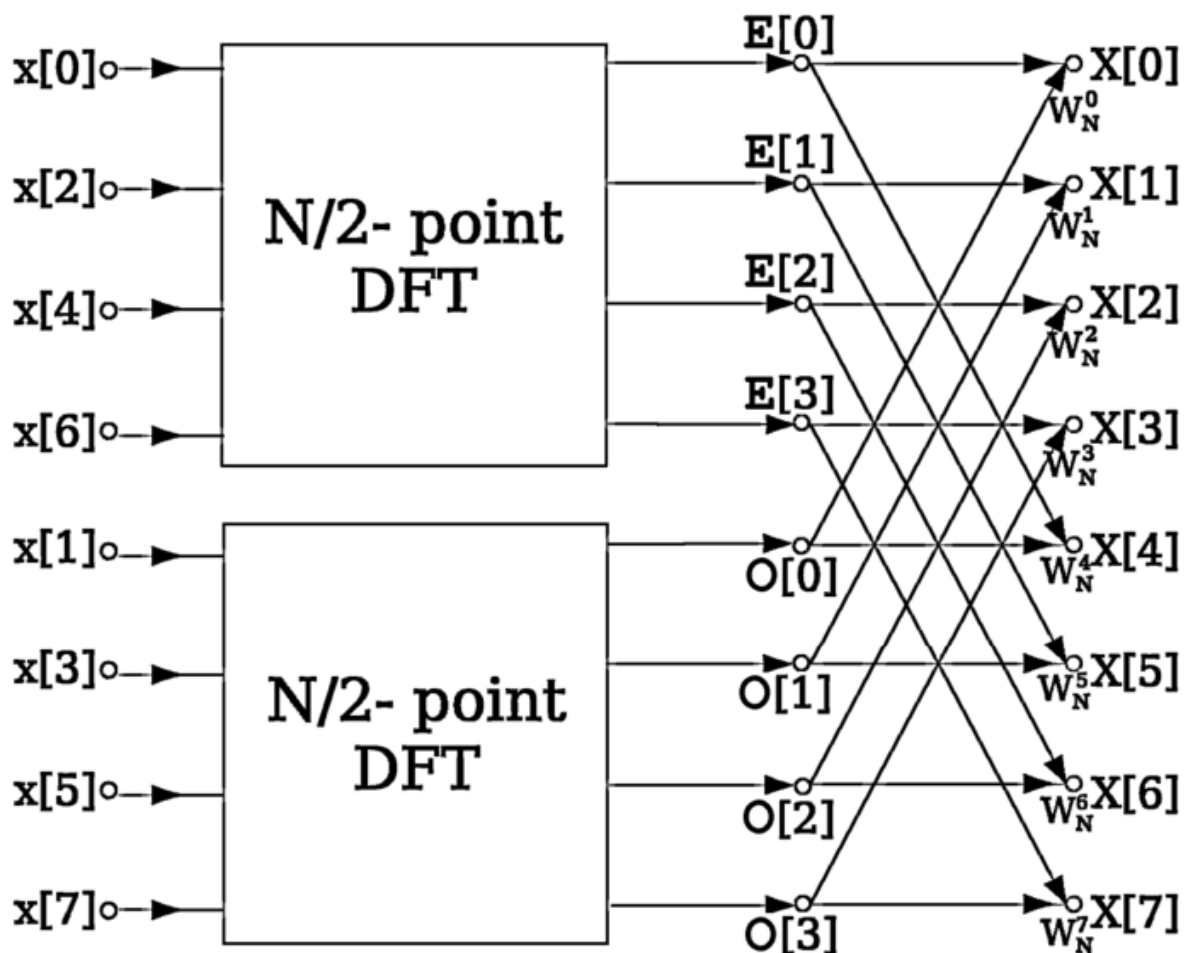


Рисунок 2.1 – структура алгоритму ШПФ.

Швидкі перетворення Фур'є широко використовуються для багатьох застосувань в галузі техніки, науки та математики. Основні ідеї були популяризовані в 1965 році, але деякі алгоритми були отримані ще в 1805 році [1]. У 1994 році Гілберт Странг назвав ШПФ "найважливішим числовим алгоритмом нашого життя", і був включений до 10-ти найкращих алгоритмів 20-го століття журналом IEEE Computing in Science & Engineering. На практиці час розрахунку може бути зменшений на кілька порядків у таких випадках, а поліпшення приблизно

пропорційно $N / \log N$. Це величезне поліпшення зробило розрахунок ДПФ практичним; ШПФ мають велике значення для широкого кола додатків, від обробки цифрових сигналів та вирішення рівнянь в приватних похідних до алгоритмів для швидкого множення великих цілих чисел [2]. Дискретний аналіз Фур'є суми косинусних хвиль на 10, 20, 30, 40 і 50 Гц зображен на рисунку 2.2.

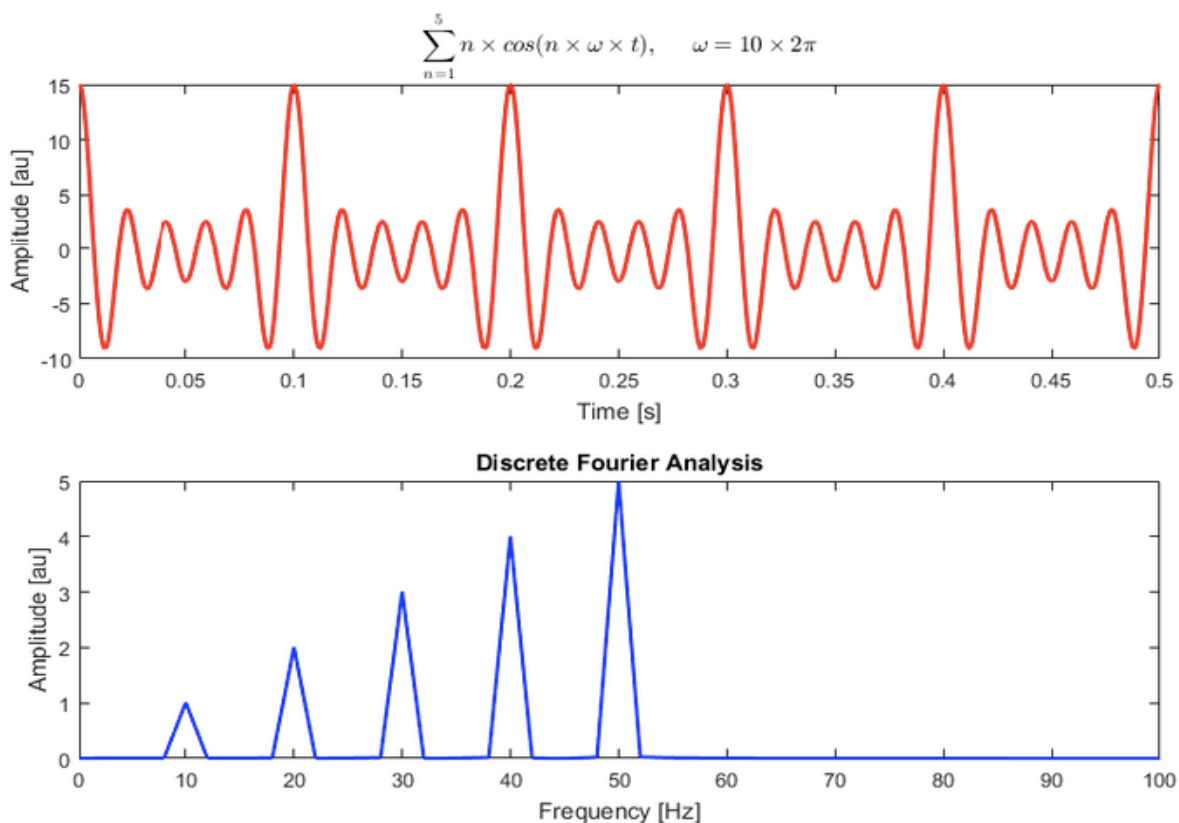


Рисунок 2.2 – Дискретний аналіз Фур'є суми косинусних хвиль.

Найбільш відомі алгоритми ШПФ залежать від факторизації N , але існують ШПФ з $O(N \log N)$ складністю для всіх N , навіть для першого N . Багато алгоритмів ШПФ залежать лише від того, що $e^{-2\pi i/N}$ – це N -й примітивний корінь з єдності і може бути застосований до аналогових перетворень над будь-яким кінцевим полем, теоретичні перетворення. Оскільки зворотний ДПФ такий самий, як ДПФ, але з протилежним знаком в експоненті та $1/N$ фактором, будь-який алгоритм ШПФ може легко бути адаптованим для нього [3].

Нехай x_0, \dots, x_{N-1} – комплексні числа. ДПФ визначається за формулою

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-i2\pi kn/N} \quad k = 0, \dots, N-1.$$

Оцінка цього визначення безпосередньо вимагає операцій $O(N^2)$, є N виходів X_k , і для кожного виходу потрібна сума N умов. ШПФ – це будь-який спосіб обчислення однакових результатів у операціях $O(N \log N)$. Усі відомі алгоритми ШПФ вимагають операцій $\Theta(N \log N)$, хоча не існує відомого доказу того, що оцінка нижчої складності неможлива.

Щоб проілюструвати економію ШПФ, візьміть до уваги кількість складних множення та додатків для $N = 4096$ точок даних. Оцінка суми ДПФ безпосередньо пов'язана з комплексом множення N^2 та комплексними додатками $N(N-1)$, з яких операції $O(N)$ можна зберегти, виключивши тривіальні операції, такі як множення на 1, що залишило близько 30 мільйонів операцій. З іншого боку, алгоритм Радіус-2 Кулі-Туке, для N потужності 2, може обчислювати один і той же результат лише з $(N/2) \log_2(N)$ комплексними множеннями (знову ж таки, ігноруючи спрощення множення на 1 і аналогічні) та $N \log_2(N)$ комплексні додатки, в цілому близько 30 000 операцій - в тисячу разів менше, ніж при безпосередній оцінці. На практиці фактична продуктивність на сучасних комп'ютерах, як правило, переважають фактори, відмінні від швидкості арифметичних операцій, і аналіз є складним предметом (див., Наприклад, Frigo & Johnson, 2005), але загальне покращення з $O(N^2)$ до $O(N \log N)$ залишається.

2.2 Алгоритми швидкого перетворення Фур'є

Основними алгоритмами швидкого перетворення Фур'є є:

- Алгоритм Кулі-Туке
- Алгоритм високочастотного ШПФ
- Алгоритм ШПР Брюна

- Раддер-алгоритм ШПФ
- Шестигранний ШПФ

2.2.1 Алгоритм Кулі-Туке

Найбільш часто використовуваним ШПФ є алгоритм Кулі-Туке. Це алгоритм розподілу та перемоги, який рекурсивно розбиває ДПФ будь-якого композитного розміру $N = N_1 N_2$ на безліч менших DFT розмірів N_1 і N_2 , а також $O(N)$ множення складними коріннями єдності, традиційно називаними крихітними факторами (після Джентльмена та Санде, 1966).

Цей метод (і загальна ідея ШПФ) був популяризований виданням Кулі та Туке в 1965 році, але пізніше було виявлено, що ці два автори самостійно винайшли алгоритм, відомий Карлу Фрідріху Гаусу близько 1805 (і згодом кілька разів повторно відкривалися в обмежених формах).

Найбільш відоме використання алгоритму Кулі-Туке - це розділити перетворення на два частини розміру $N / 2$ на кожному кроці, і тому обмежується потужністю двох розмірів, але будь-яку факторизацію можна використовувати загалом (як це було відомого як Гаусу, так і Кулі / Туке). Вони називаються випадками radix-2 та mixed-radix відповідно (а також інші варіанти, такі як split-radix ШПФ мають свої власні назви). Хоча основна ідея є рекурсивною, більшість традиційних реалізацій переставляють алгоритм, щоб уникнути явної рекурсії. Крім того, оскільки алгоритм Кулі-Туке розбиває ДПФ на менші ДПФ, його можна умовно комбінувати з будь-яким іншим алгоритмом ДПФ, такими, як описано нижче [4].

2.2.2 Алгоритм високочастотного ШПФ

Швидкий алгоритм перетворення Фур'є, який повторно виражає дискретне перетворення Фур'є розміру $N = N_1 N_2$ у вигляді двовірний ШПФ $N_1 \times N_2$, але тільки для випадку, коли N_1 та N_2 відносно прості. Ці менші перетворення розмірів N_1 і N_2

можуть потім оцінюватися шляхом застосування рекурсивно або за допомогою іншого алгоритму ШПФ.

Алгоритм високочастотного ШПФ не слід плутати з узагальненням змішаного радіссу популярного алгоритму Кулі-Тукі, який також розподіляє ДПФ розміром $N = N_1 N_2$ на менші перетворення розміром N_1 і N_2 . Останній алгоритм може використовувати будь-які чинники (не обов'язково відносно прості), але він має недолік, що також вимагає додаткового множення на коріння єдності, що називається крихітними факторами, на додаток до менших перетворень. З іншого боку, алгоритм високочастотного ШПФ має недоліки, що він працює тільки для відносно простих факторів (наприклад, він неприйнятний для потужності двох розмірів), і що для цього потрібна більш складна переіндексування даних на основі теореми про залишок Китаю. Зверніть увагу, однак, що алгоритм високочастотного ШПФ може поєднуватися з змішаним радіоксом Cooley-Tukey, коли колишня факторизація N відноситься до відносно основних компонентів, а друга – з повторюваними факторами [5].

2.2.3 Алгоритм ШПФ Брюна

Алгоритм швидкого перетворення Фур'є на основі незвичного рекурсивного підходу до поліноміальної факторизації, запропонований для потужностей двох G . Брюна в 1978 році і узагальнений на довільні довільні композитні розміри G . Мураками в 1996 році. Оскільки його операції пов'язані лише реальні коефіцієнти до останнього етапу обчислення, спочатку було запропоновано як спосіб ефективного обчислення дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) реальних даних. Алгоритм Брюна не бачив широкого застосування, однак, оскільки підходи, засновані на звичайному алгоритму ШПФ Кулі-Тьюкі, були успішно адаптовані до реальних даних з принаймні такою ж ефективністю. Крім того, існують докази того, що алгоритм Брюна може бути по суті менш точним, ніж Кулі-Тукей перед обличчям кінцевої числової точності [7].

2.3 Багатовимірні ШПФ

Як визначено в алгоритму високочастотного ШПФ:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} e^{-2\pi i k \cdot (n/N)} x_n$$

перетворює масив x_n з d -розмірним вектором індексів $n = (n_1, \dots, n_d)$ набором дну вкладеного підсумовування (над $n_j = 0 \dots N_j - 1$ для кожного j), де розподіл n / N , визначений як $n/N = (n_1/N_1, \dots, n_d/N_d)$ виконується елементарним способом. Аналогічно, це композиція послідовності d множин одномірних DFT, виконаних вздовж одного виміру за раз (в будь-якому порядку) [8].

Ця композиційна точка зору негайно забезпечує найпростіший і найпоширеніший багатовимірний алгоритм ДПФ, відомий як алгоритм рядкового стовпця (після двовимірного випадку, нижче). Тобто, один просто виконує послідовність d одномірних ШПФ (за допомогою будь-якого з наведених вище алгоритмів): спочатку ви перетворюєте по розміру n_1 , потім вздовж n_2 -розміру тощо (або фактично будь-які заомовлення). Цей метод легко продемонструвати, що він має звичайну $O(N \log N)$ складність, де $N = N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_d$ – це загальна кількість перетворених точок даних. Зокрема, існують N / N_1 перетворення розміру N_1 і т. Д., Тому складність послідовності ШПФ:

$$\begin{aligned} & \frac{N}{N_1} O(N_1 \log N_1) + \dots + \frac{N}{N_d} O(N_d \log N_d) \\ &= O(N [\log N_1 + \dots + \log N_d]) = O(N \log N). \end{aligned}$$

У двох вимірах x_k можна розглядати як матрицю $n_1 \cdot n_2$, і цей алгоритм відповідає першому виконанню ШПФ всіх рядків (відповідно до стовпців), об'єднавши отримані перетворені рядки (відповідно стовпці) разом з іншою матрицею $n_1 \cdot n_2$, а потім виконуючи ШПФ на кожному з стовпчиків (відповідних рядків) цієї другої матриці та аналогічним чином групування результатів у матрицю кінцевого результату.

У більш ніж двох розмірах, для локації кеша часто вигідно вибирати рекурсивні розміри. Наприклад, тривимірний ШПФ може спочатку виконати

двовимірні ШПФ кожного планарного «шматка» для кожного фіксованого n_1 , а потім виконувати одномірні ШПФ по напрямку n_1 . У загальному випадку асимптотично оптимальний алгоритм кеш-забуття складається з рекурсивно розподілу розмірів на дві групи $(n_1, \dots, n_{d/2})$ та $(n_{d/2+1}, \dots, n_d)$, які перетворені рекурсивно (округлення, якщо d не є навіть) (див. Фріго та Джонсон, 2005). Тим не менш, це залишається прямим варіантом алгоритму стовпців-стовпців, що в кінцевому підсумку вимагає лише одномірного алгоритму ШПФ як базової випадку, і все ще має $O(N \log N)$ складність. Ще одна варіація полягає в тому, щоб виконувати перетворення матриці між перетворенням наступних розмірів, так що перетворення працюють на суміжних даних; це особливо важливо для ситуацій із нестандартною та розподіленою пам'яттю, коли доступ до несуміжних даних займає надзвичайно багато часу [9].

Є інші багатомірні алгоритми ШПФ, які відрізняються від алгоритму стовпців, хоча всі вони мають $O(N \log N)$ складність. Можливо, найпростіший безпорядковий стовпець FFT - це алгоритм векторного БПР, який є узагальненням звичайного алгоритму Кулі-Туки, де розділяє розміри перетворення на вектор $r = (r_1, r_2, \dots, r_d)$ з радіусами на кожному кроці. (Це також може мати переваги кеш-пам'яті.) Найпростіший випадок vector-radix - це місце, де всі радіометри рівні (наприклад, vector-radix-2 розділяє всі розміри на два), але це не обов'язково. Векторний радікс з єдиним єдиним неоднорідним ранком за один раз, тобто $r = (1, \dots, 1, r, 1, \dots, 1)$, по суті, є алгоритмом стовпців. Інші, складніші методи включають в себе алгоритми поліноміального перетворення, створені завдяки Нюсбаумеру (1977), який розглядає перетворення в термінах згорнів і поліноміальних продуктів. Див. Дюамель і Веттерлі (1990) для отримання додаткової інформації та довідок [10].

3. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Даний додаток реалізує систему аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі. Для реалізації поставленої задачі треба обрати найбільш оптимальний шлях для вирішення поставлених задач. У ході роботи над дипломним проектом було проведено аналіз, який допоміг обрати методи програмної реалізації для кращого виконання роботи.

Для створення програмного забезпечення було використана мова програмування C# на фреймворк .NET версією 4.6.

3.1. Засоби розробки

Правильно підібрані засоби розробки є запорукою успіху створення високоякісного додатку. За основу цієї роботи беруться фреймворки що сприяють написанню високонавантажених асинхронних додатків для отримання максимальної пропускної здатності та швидкості обробки даних.

3.1.1. Операційна система Microsoft Windows

Для написання програми було вибрано операційну систему із сім'ї Microsoft Windows. Дана система є діє спроможною і сумісною з пакетом програм, котрі використовуються при проектуванні програмного продукту. А саме була встановлена версія Windows 10. Ця система має високий рівень стабільності і забезпечує безпеку даних. Також дозволяє запускати програми написані для неї на величезній кількості різноманітних пристроїв незважаючи на їхню потужність. Microsoft Windows – це група з кількох графічних сімейств операційних систем, всі вони розроблені, продаються та продаються корпорацією Майкрософт. Кожна сім'я обслуговує певний сектор обчислювальної галузі. Активні сімейства Windows включають Windows NT та Windows Embedded; вони можуть охоплювати підродини, наприклад Windows Embedded Compact (Windows CE) або Windows

Server. Сім'я з відключеними Windows включає Windows 9x, Windows Mobile та Windows Phone [11].

3.1.2 Графічний інтерфейс Windows Presentation Foundation

Для системи аналізу гідроакустичних систем в тривимірному просторі було використано графічний інтерфейс Windows Presentation Foundation, для більш якісного та зручного інтерфейсу. WPF має 3D рендерінг для відображення спектограми та ДПФ графіку гідроакустичних сигналів [12].

Windows Presentation Foundation – це Microsoft графічна підсистема для відображення користувацьких інтерфейсів у додатках Windows. WPF, раніше відомий як "Avalon", спочатку був випущений в рамках .NET Framework 3.0 у 2006 році. WPF використовує DirectX і намагається забезпечити послідовну модель програмування для створення додатків. Він відокремлює інтерфейс користувача від бізнес-логіки і нагадує подібні XML-орієнтовані об'єктні моделі, такі як ті, що реалізовані в XUL та SVG.

WPF використовує XAML, мову на базі XML, для визначення та поєднання різних елементів інтерфейсу. Програми WPF можуть бути розгорнуті як окремі настільні програми або розміщені як вбудований об'єкт на веб-сайті. WPF має на меті об'єднати ряд загальних елементів користувацького інтерфейсу, таких як 2D / 3D рендеринг, фіксовані та адаптивні документи, типографіка, векторна графіка, анімація часу виконання та попередньо відтворені носії. Потім ці елементи можуть бути пов'язаними та маніпулювати на основі різних подій, взаємодії користувачів та прив'язування даних [13].

Бібліотеки бібліотеки WPF входять до всіх версій Microsoft Windows, починаючи з Windows Vista та Windows Server 2008. Користувачі Windows XP SP2 / SP3 та Windows Server 2003 можуть додатково встановлювати необхідні бібліотеки.

Microsoft Silverlight надає функціональність, яка в основному є підмножиною WPF, для забезпечення вбудованих веб-елементів, порівнянних з Adobe Flash. 3D-виконання рендеринга підтримувалося в Silverlight з Silverlight 5.

3.1.3 Середовище розробки Microsoft Visual Studio

Середовище розробки для написання кода та для побудови графічного інтерфейсу було застосовано Microsoft Visual Studio, а саме версію 2017 року, зображено на рисунку 3.1.

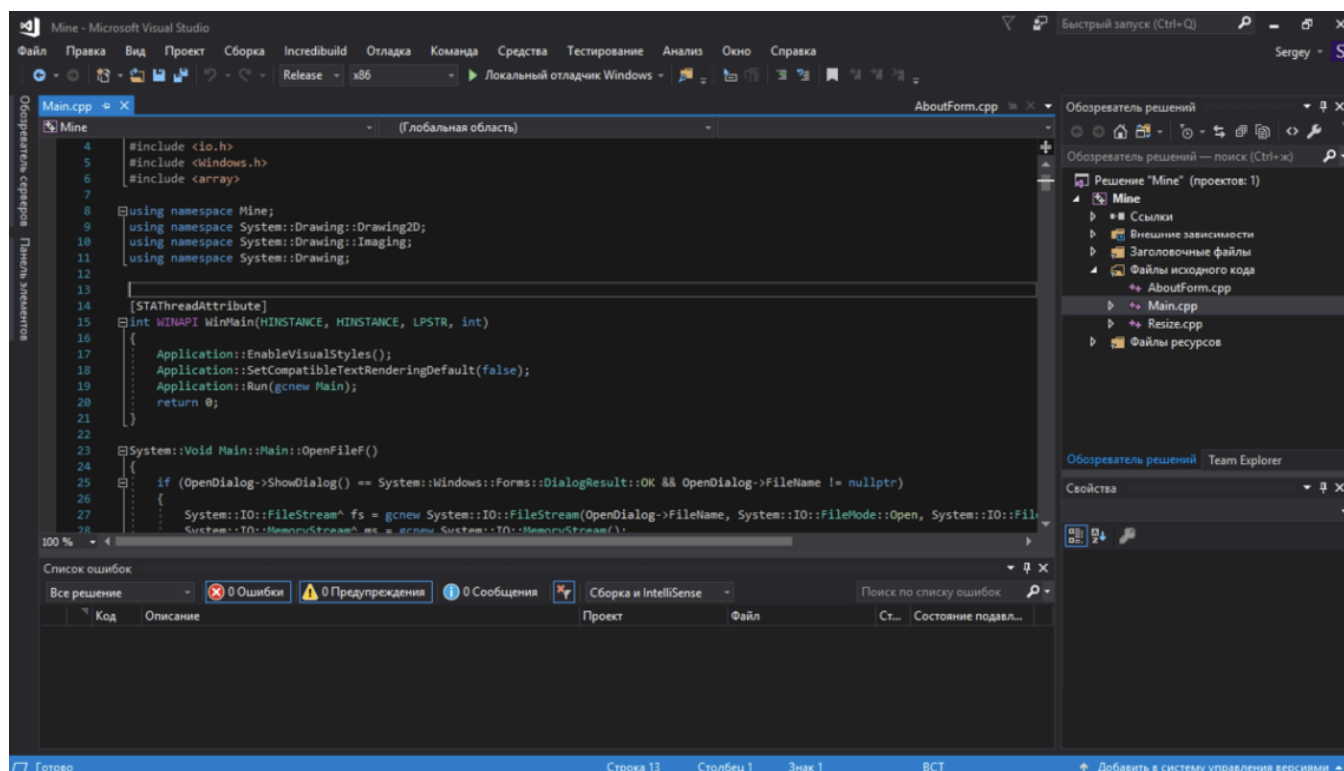


Рисунок 3.1 – Середовище розробки Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio – це інтегроване середовище розробки (IDE) від Microsoft. Він використовується для розробки комп'ютерних програм, а також веб-сайтів, веб-програм, веб-сервісів та мобільних додатків. Visual Studio використовує платформи для розробки програмного забезпечення Microsoft, такі як Windows API, Windows Forms, Windows Presentation Foundation, Windows Store і Microsoft Silverlight. Він може створювати як власний код, так і керований код.

Visual Studio включає в себе редактор коду, що підтримує IntelliSense (компонент завершення коду), а також рефакторинг коду. Вбудований відладчик працює як відладчик на рівні вихідного рівня, так і відладчик на рівні машини [14]. Інші вбудовані інструменти включають програму для кодування, конструктор форм для побудови графічних інтерфейсів, веб-дизайнер, дизайнер класів та дизайнер схеми баз даних. Він приймає плагіни, які покращують функціональність практично на всіх рівнях, включаючи підтримку систем керування джерельними ресурсами (наприклад, Subversion та Git) та додавання нових наборів інструментів, таких як редактори та візуальні розробники для мов або наборів інструментів для інших аспектів розробки програмного забезпечення життєвий цикл (наприклад, клієнт Team Foundation Server: Team Explorer) [15].

Visual Studio підтримує 36 різних мов програмування і дозволяє редакторові коду та відладчику підтримувати (в тій чи іншій мірі) майже будь-яку мову програмування, якщо існує певна мова-служба. Вбудовані мови включають C, C ++, C ++ / CLI, Visual Basic. NET, C #, F #, JavaScript, TypeScript, XML, XSLT, HTML та CSS. Підтримка інших мов, таких як Python, Ruby, Node.js та M, серед інших, доступна через плагіни. Java (і J #) були підтримані в минулому [16].

3.1.4 Мова програмування C#

Так як наша система складна та має багато методів для реалізації, найбільш ефективним буде написання на мови C#. Так як ця мова є об'єктно-орієнтованою та є можливість для розбиття на класи та методів. Наприклад клас FFT буде відповідати за алгоритм швидкого перетворення Фур'є.

C # (вимовляється як "C-sharp") є об'єктно-орієнтованою мовою програмування від Microsoft, яка покликана об'єднати обчислювальні потужності C ++ з легкістю програмування Visual Basic. C # заснований на C ++ і містить функції, подібні до функцій Java [18].

C # призначений для роботи з платформою Microsoft. Net. Мета Microsoft - полегшити обмін інформацією та послугами через Інтернет, а також дозволити

розробникам створювати надзвичайно портативні програми. С # спрощує програмування завдяки використанню розширюваної мови розмітки (XML) та протоколу простий доступ до об'єктів (SOAP), який дозволяє отримати доступ до об'єкта програмування або методу, не вимагаючи від програміста запису додаткового коду для кожного кроку. Оскільки програмісти можуть будувати існуючий код, а не багаторазово дублювати його, С #, як очікується, зробить його більш швидким та менш дорогим, щоб продавати нові продукти та послуги.

Microsoft співпрацює з ЕСМА, органом міжнародних стандартів, для створення стандарту для С #. Міжнародне визнання стандартів організації (ISO) для С # заохочуватиме інші компанії розробляти власні версії мови. Компанії, які вже використовують С #, включають Apex Software, Bunka Orient, Component Source, devSoft, FarPoint Technologies, LEAD Technologies, ProtoView та Seagate Software.

3.1.5 Фреймворк .NET

За допомогою фреймворка .NET Framework нам надає можливість використовувати методи для більш комфортного та швидкого програмування. Наприклад для завантаження файлу сигналу у форматі audio raw та записування в об'єкт [19].

.NET Framework – це програмне забезпечення, розроблене корпорацією Майкрософт, яке працює переважно на Microsoft Windows. Вона включає в себе бібліотеку великого класу з ім'ям Framework Class Library (FCL) і забезпечує сумісність мов (кожен мову може використовувати код, написаний іншими мовами) на кількох мовах програмування. Програми, написані для .NET Framework, виконуються в програмному середовищі (на відміну від апаратного середовища) називається Common Language Runtime (CLR) - віртуальна машина додатків, яка надає послуги, такі як безпека, керування пам'яттю та обробка виключень. Таким чином, комп'ютерний код, написаний з використанням .NET Framework, називається "керованим кодом". FCL і CLR разом складають .NET Framework.

FCL забезпечує користувацький інтерфейс, доступ до даних, підключення до бази даних, криптографію, розробку веб-додатків, цифрові алгоритми та мережеві зв'язки. Програмісти створюють програмне забезпечення, об'єднуючи їх вихідний код з .NET Framework та іншими бібліотеками. Рамка призначена для використання більшістю нових додатків, створених для платформи Windows. Корпорація Майкрософт також випускає інтегроване середовище розробки, головним чином для .NET програмного забезпечення, яке називається Visual Studio [20].

.NET Framework розпочалася як фірмове програмне забезпечення, хоча фірма прагнула стандартизувати пакет програмного забезпечення практично відразу, навіть до її першого випуску. Незважаючи на зусилля щодо стандартизації, розробники, головним чином, у вільних та відкритих програмних спільнотах, висловлювали занепокоєння вибраними умовами та перспективами здійснення будь-якої вільної та відкритої версії, особливо стосовно патентів на програмне забезпечення. З тих пір корпорація Майкрософт змінила розробку .NET, щоб більш точно дотримуватися сучасної моделі розробленого спільнотою програмного забезпечення, включаючи видачу оновленого патенту, який обіцяє вирішити проблеми.

.NET Framework привів до створення сімейства платформ .NET, орієнтованих на мобільні обчислення, вбудовані пристрої, альтернативні операційні системи та плагіни веб-браузера. Скорочена версія системи, .NET Compact Framework, доступна на платформах Windows CE, включаючи пристрої Windows Mobile, такі як смартфони. .NET Micro Framework призначений для вбудованих пристроїв з обмеженими ресурсами. Silverlight доступний як плагін веб-браузера. Mono доступний для багатьох операційних систем і налаштований на популярні операційні системи для смартфонів (Android і iOS) та ігрові движки. .NET Core орієнтована на універсальні платформи Windows (UWP), а також крос-платформні та обласні обчислювальні навантаження [21].

3.2 Програмна реалізація

При розробці програмного забезпечення була спроектована архітектура, показана на рисунку 3.2. На рисунку ми бачимо тільки основні класи програми.

Основа програми складається з логічних модулів, інтерфейсного модуля, модуля обробки перетворення Фур'є і модулю роботи з комплексними числами.

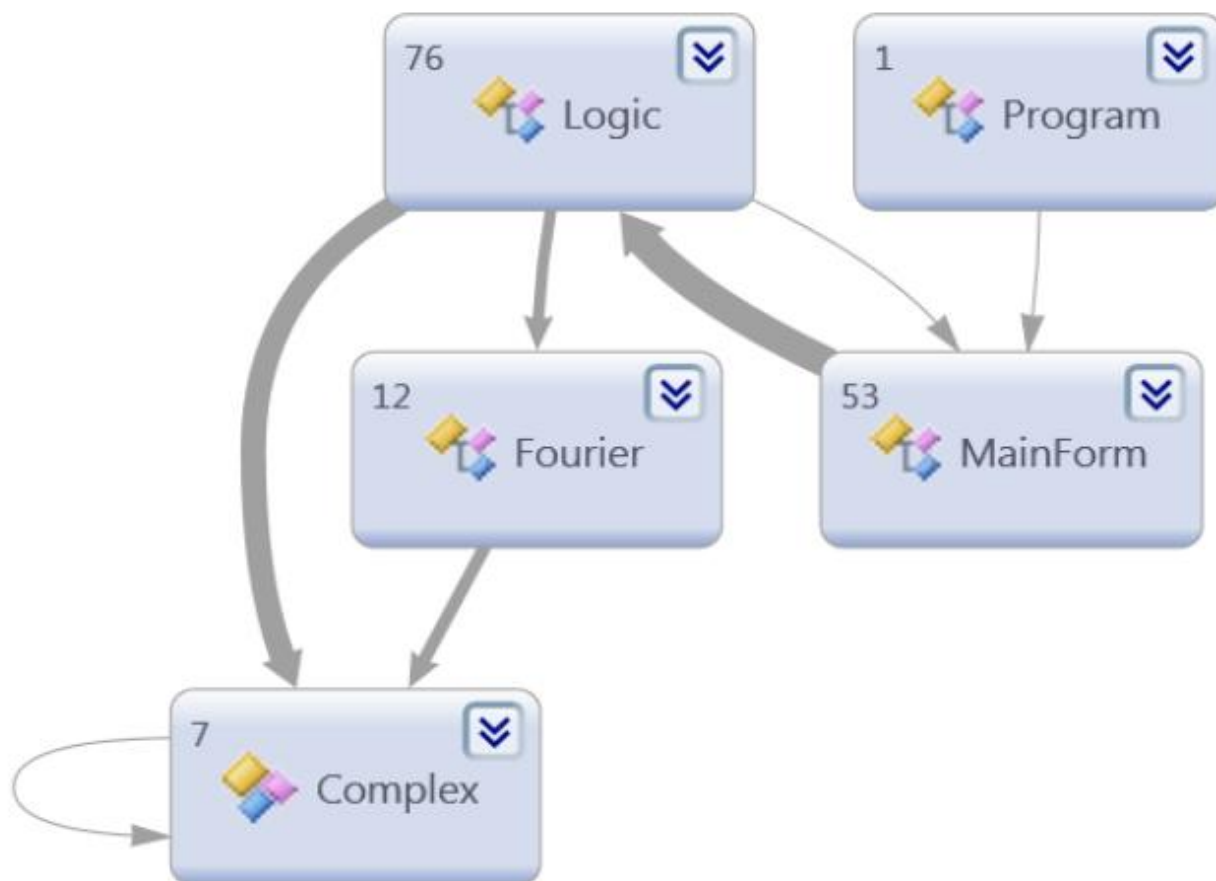


Рисунок 3.2 – Основні класи програмного продукту

Логічний модуль програми Logic.cs відповідає за операцію з даними. Цей модуль робить обробку та конвертацію даних у зручний для нас масив із об'єктів. У даному модулі також проводяться вибори каналів та підстановка. Окрім того, модуль на виході віддає нам помилку при неправильному запиті, а саме якщо некоректний тип файлу завантажили [22].

Для обробки комплексної форми подання окремо був заведений клас Complex.cs. Дане рішення пов'язане з великою кількістю дрібних операцій, що

проводяться з комплексними виразами. У класі реалізовані всі основні дії з комплексними числами: додавання, множення, різниця, твір, поділ [23].

Клас `Fourier.cs` містить реалізацію Фур'є перетворень.

При реалізації даного методу виявилось, що обробка займає досить багато часу для великих файлів (для файлів розміру від 10 мегабайтів).

Для реалізації швидкого перетворення Фур'є був обраний алгоритм Кулі-Туке із застосуванням проріджування за часом, а саме по таким наступним причинам:

1. Складність алгоритма всього лиш $O(N \cdot \log_2(N))$
2. Простота перекладу з одновимірного випадку в двовимірний

По суті, даний алгоритм – це оптимізований за швидкістю спосіб обчислення ДПФ. Основна ідея полягає в трьох пунктах:

1. Необхідно розділити ряд, що обробляється ДПФ з N доданків (для одновимірного випадку) на дві суми по $N / 2$ доданків, та обчислити їх окремо. Для обчислення кожної з підсумм, треба їх теж розділити на дві і т.д.

2. Необхідно повторно використовувати вже обчислені доданки.

Інтерфейсний модуль `MainForm.cs` програми відповідає за інтерфейс, відображення даних, відображення осцилограми та відображення тривимірного графіку ДПФ [24].

На рисунку 3.3 зображено діаграма послідовності нашого програмного продукту.

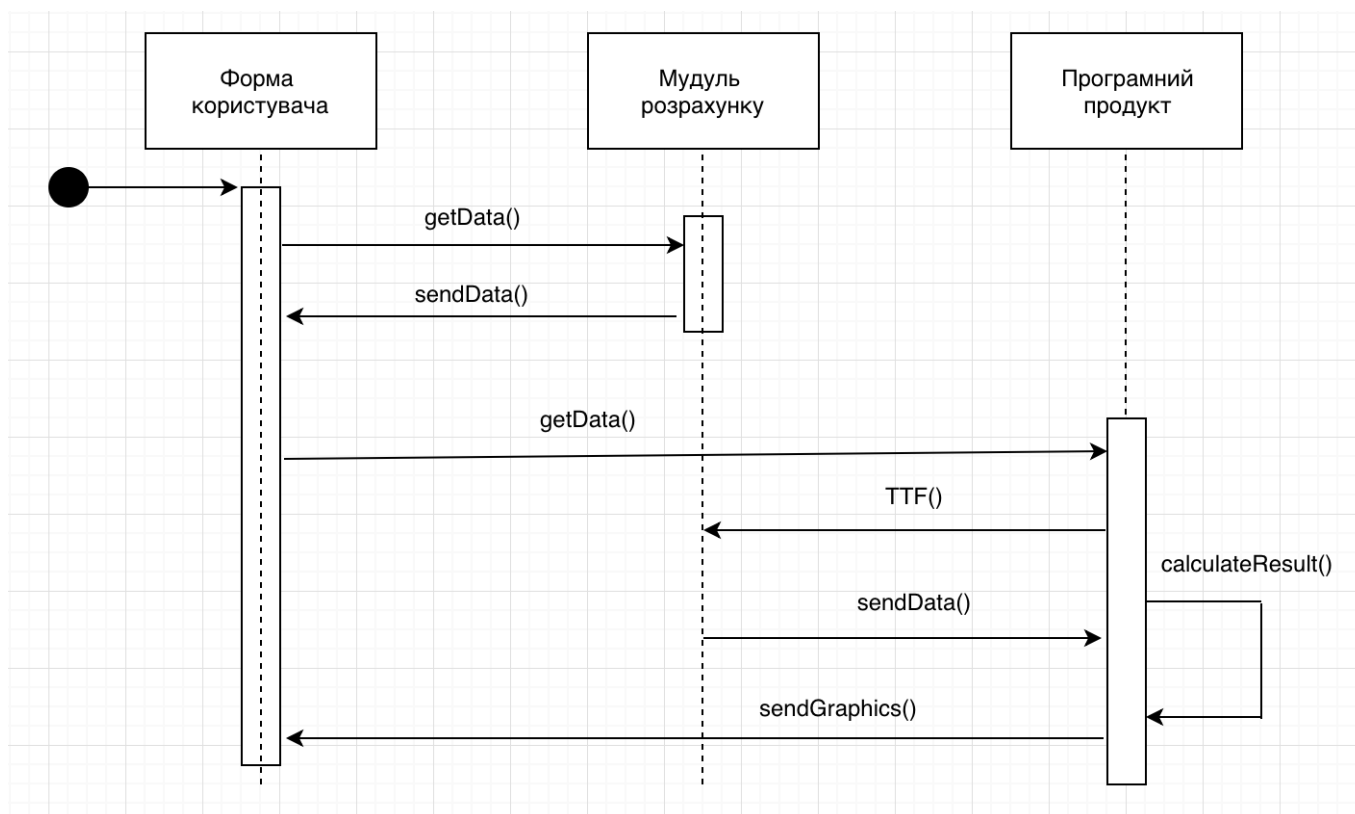


Рисунок 3.3 – Діаграма послідовності

Проектування інтерфейсу було здійснено за допомогою Windows Presentation Foundation, який являє собою частиною .NET Framework та відповідає за графічний інтерфейс користувача.

Для відображення графіків використовується контрол “GridBox”, входячий в склад WPF.

3.3 Об’єктно-орієнтоване програмування

Об’єктно-орієнтоване програмування (ООП) - методологія програмування, заснована на представленні програми у вигляді об’єктів об’єктів, кожен з яких є екземпляром певного класу, а класи формують ієрархію наслідування.

Ідеологічно ООП - підхід до програмування як моделювання інформаційних об’єктів, що вирішує на новому рівні основну задачу структурного програмування: структурування інформації з точки зору керованості, що істотно покращує

керованість самим процесом моделювання, що в свою чергу особливо важливо при реалізації крупних проектів.

Керованість для ієрархічних систем передбачає мінімізацію вичерпності даних (аналогічна нормування) та їх цілісність, тому створене зручно керований - буде і зручно розуміти. Таким чином, завдяки тактичній задачі керованості вирішується стратегічна задача - трансляція розуміння задач програмістом у найбільш зручний для подальшого використання формі [25].

Основні принципи структурування в разі ООП пов'язані з різними аспектами базової розуміння предметної задачі, яка потрібна для оптимального управління відповідною моделлю:

абстрагування для виділення в об'єкті що розглядається важливого для вирішення конкретної задачі по предмету, в кінцевому рахунку - контекстне розуміння предмета, формалізується у вигляді класу;

інкапсуляція для швидкого і безпечного організації власне ієрархічної керованості: щоб було досить простим командам «що робити», без одночасного уточнення як саме робити, так як це вже інший рівень управління;

наслідування для швидкої та безпечної організації родильних понять: щоб було достатньо на кожному hierarchical step враховувати лише зміни, не дублюючи все інше, розглянуте в попередніх кроках;

Поліморфізм для визначення точки, в якому єдине управління краще розібрати або навпаки – зібрати до купи.

Тож фактично мова йде про прогресивну організацію інформації за первинними семантичними критеріями: "важливо / неважливо", "ключове / деталі", "батьківське / дочірнє", "єдине / множинне". Прогресування, зокрема, на останньому етапі дає можливість переходу на наступний рівень деталізації, що замикає загальний процес.

Звичайна людська мова в цілому відображає ідеологію ООП, починаючи з інкапсуляції представлення про предмет у вигляді його імені і закінчуючи поліморфізмом використання слова в переносному значенні, що в результаті розвиває вираз представлення через ім'я предмета до повноцінного поняття-класу.

3.4 Методологія розробки Kanban

Канбан – це м'який спосіб керувати та вдосконалювати роботу в людських системах. Цей підхід має на меті керувати роботою шляхом збалансування вимог з наявною спроможністю та покращення роботи з вузькими місцями на рівні системи.

Робочі елементи візуалізуються, щоб дати учасникам погляд на прогрес та процес, від початку до кінця, зазвичай, за допомогою дошки Kanban. Робота витягується як дозволи на пропускну спроможність, а не робота в процесі запиту.

У процесі знань та розробці програмного забезпечення це забезпечує систему візуального процесу управління, яка допомагає приймати рішення про те, що, коли і скільки продукувати. Незважаючи на те, що основний метод Канбана зародився в недобросовісному виробництві (натхненний Toyota Production System), він використовується переважно для розробки програмного забезпечення та пов'язаних з роботою технологій. Однак Kanban може бути застосований до будь-якої сфери роботи, і навіть може бути об'єднаний з іншими методами або структурами, такими як Scrum [26].

Книга Девід Андерсон, 2010, Kanban описує еволюцію методу від проекту 2004 року в Microsoft, використовуючи теорію підходу обмежень і включення барабанного буферного каната (що є порівнянням з системою витягування канбанів), до Проект 2006-2007 рр. В Corbis, в якому був визначений метод канбана. У 2009 році Дон Рейнертсен опублікував книгу про розробку нерозвиненого продукту другого покоління, в якому описується прийняття системи канаб і використання збору даних та економічної моделі для прийняття управлінських рішень. Інший ранній внесок надійшов від Корі Ладаса, книга якого в 2009 році Scrumban показала, що канбан може покращити Scrum для розробки програмного забезпечення. Ладас бачив Скрумбана як перехід від Scrum до Канбана. Джим Бенсон і Тоніанна Демарія Баррі опублікували "Особистий канбан", який в 2011 році застосував "Канбан" для окремих осіб та невеликих команд. У Канбані з Inside (2014) Майк Берроуз пояснив принципи, практику та основні цінності канбана та пов'язував їх із ранні теорії та моделі. Kanban Change Leadership (2015), Клаус

Леопольд та Зіґфрід Кальтенекер пояснили метод з точки зору управління змінами та надавали керівництво щодо зміни ініціатив. Зведене керівництво до методу було опубліковано в 2016 році, включаючи покращення та розширення з проєктів раннього канбану. Приклад методології канбан зображений на рисунку 3.4.

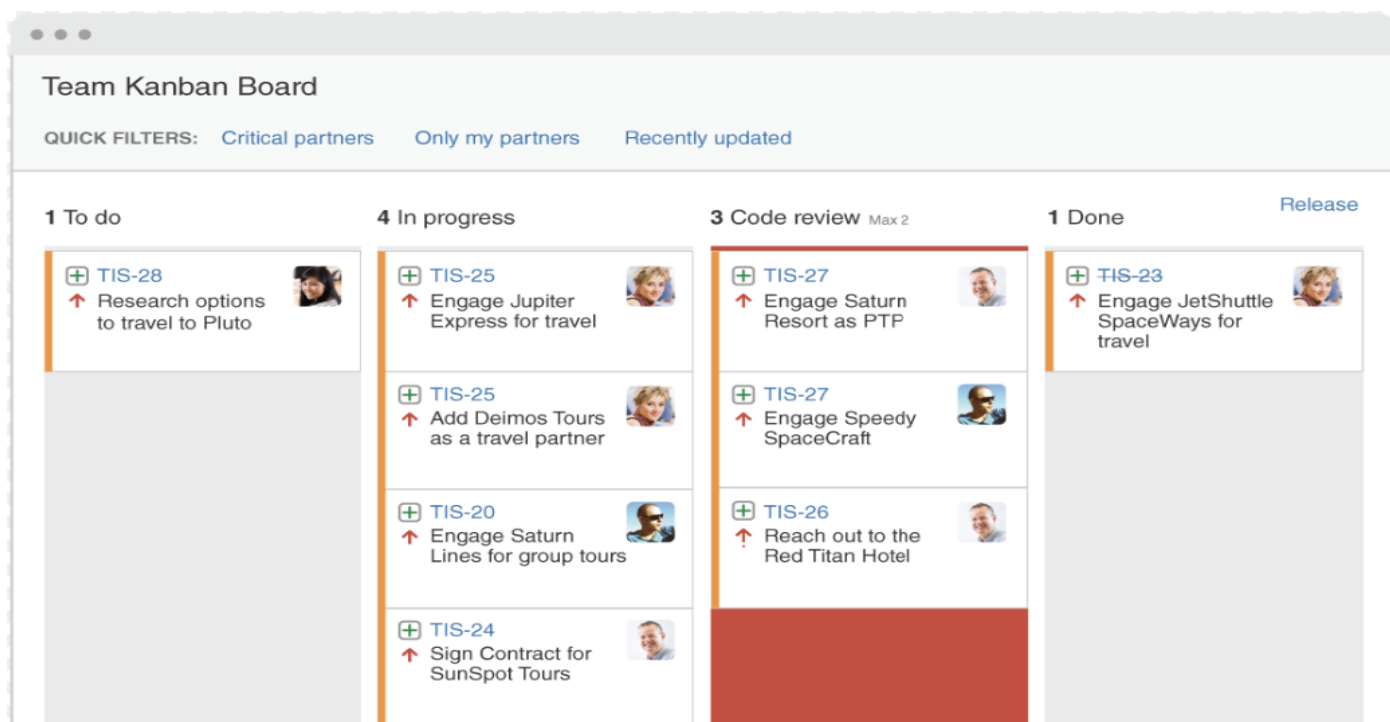


Рисунок 3.4 – Канбан доска

Канбан – це підхід до зміни процесів для організацій, які використовують візуалізацію з канбан-дошкою, що дозволяє краще зрозуміти роботу та робочий процес. Він рекомендує обмежувати роботу, яка скорочує витрати від багатозадачності та перемикання контексту, виявляє операційні проблеми та стимулює співпрацю для вдосконалення системи. Канбан коріниться двома наборами принципів, для управління змінами та надання послуг, які підкреслюють еволюційні зміни та увагу споживачів. Метод не визначає конкретний набір кроків, але починається з існуючого контексту та стимулює постійні, поступові та еволюційні зміни системи. Вона спрямована на мінімізацію стійкості до змін, щоб полегшити її [27].

Канбан зосереджується на споживачеві та роботі, яка відповідає їх потребам, а не на діяльність окремих осіб. Канбан має шість загальних практик: візуалізацію, обмеження роботи, що відбувається, керування потоком, виявлення політики, використання циклів зворотного зв'язку та спільної або експериментальної еволюції. Вони передбачають бачення роботи та її процесу, вдосконалення процесу, збереження та посилення корисних змін та навчання, перекручування та послаблення неефективності.

Дошка Kanban показує, як робота рухається зліва направо, кожен стовпець представляє собою етап у потоці значень. З цієї причини, на відміну від планів завдання Scrum, дошки Kanban можуть охоплювати багато команд, і навіть цілі відомства або організації.

4. МЕТОДИКА РОБОТИ КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ

В цьому розділі наведені системні вимоги та інструкція по інсталяції програмної системи. Також наведені сценарії роботи користувача з програмною системою.

4.1 Системні вимоги

Для нормальної роботи програмного продукту необхідне виконання мінімальних системних вимог:

1. IBM-сумісний комп'ютер з процесором класу Intel Core та вище й тактовою частотою 1.5 Гц.
2. Об'єм оперативної пам'яті не менше 1Гб.
3. Доступ до мережі Інтернет зі швидкістю не менше 1Мбіт/сек.
4. 2Гб дискового простору

Для встановлення системи , потрібна наявність наступних системних засобів родини:

1. Операційна система MS Windows (XP, 7, 8, 8.1, 10).
2. Встановлений пакет .NET Framework 4.6

4.2. Інсталяція та налаштування програмного продукту

Інсталяція (встановлення) — процес встановлення програмного забезпечення на комп'ютер кінцевого користувача.

Більшість програм постачаються для продажу та поширення в стисненому (упакованому) вигляді. Для нормальної роботи вони повинні бути розпаковані, а необхідні дані правильно розміщені на комп'ютері, враховуючи відмінності між комп'ютерами і налаштуваннями користувача.

Підчас процесу установки виконуються різні тести на відповідність заданим вимогам, а комп'ютер необхідним чином конфігурується (настроюється) для зберігання файлів і даних, необхідних для правильної роботи програми. Установка, як правило, включає в себе розміщення всіх необхідних програмі файлів у відповідних місцях файлової системи, а також зміну та створення конфігураційних файлів [28]. Пакетні менеджери також виконують при установці контроль залежностей, перевіряючи, чи є в системі необхідні для роботи даної програми пакети, а в разі успішної установки реєструючи новий пакет у списку доступних. Оскільки даний процес є різним для кожної програми і комп'ютера, то багато програм (включаючи операційні системи) поставляються разом з універсальним або спеціальним інсталятором — програмою, яка автоматизує більшу частину роботи, необхідної для їх установки.

Деякі комп'ютерні програми написані таким чином, що встановлюються простим копіюванням своїх файлів в потрібне місце, а самого процесу установки як такого немає.

Існують операційні системи, які не вимагають установки, і, таким чином, можуть бути безпосередньо запущені з завантажувального CD, DVD або USB, не впливаючи на інші ОС, встановлені на комп'ютері користувача. Цей термін також поширюється на плагіни, драйвери і програмні файли, які самі по собі не є програмами. Програмний продукт відноситься до останнього типу. Тобто його досить скопіювати на жорсткий диск ПК користувача [29].

4.3. Сценарії роботи користувача з системою

Користувач системи має можливість користуватися простим і зручним інтерфейсом, основні елементи якого інтуїтивно зрозумілі. Після запуску програми з'являється форма для завантаження файлу формату radio raw та вибору каналу та проміжку часу (рисунк 4.1). Вона дає широкі можливості користувачеві робити необхідний аналіз на основі графіку.



Рисунок 4.1 – Форма для завантаження файлу формату radio raw

Таблиця 4.1. Поля форми системи аналізу гідроакустичних сигналів

| Назва | Тип даних | Опис |
|--------------|-----------|------------------------------|
| Номер каналу | Число | Вибір каналу сигналу |
| Часові рамки | Число | Проміжок часу запису сигналу |

Форма містить наступні кнопки:

- кнопка завантаження – запускає операцію завантаження файлу формату radio raw;
- кнопка побудувати графік – запускає операцію побудови графіку у тривимірному просторі;

Після заповнення полей форми користувач натискає на кнопку “Побудувати графік”, та будує два графіка, а саме:

1. Осциллограмма сигнала записаний на гідрофоні у форматі radio raw
2. Тривимірний графік ДПФ сигналу.

На осциллограммі ми можемо спостерігати за частотою сигналу у заданому діапазоні на різних каналах. Осциллограмма сигналу зображено на рисунку 4.2.

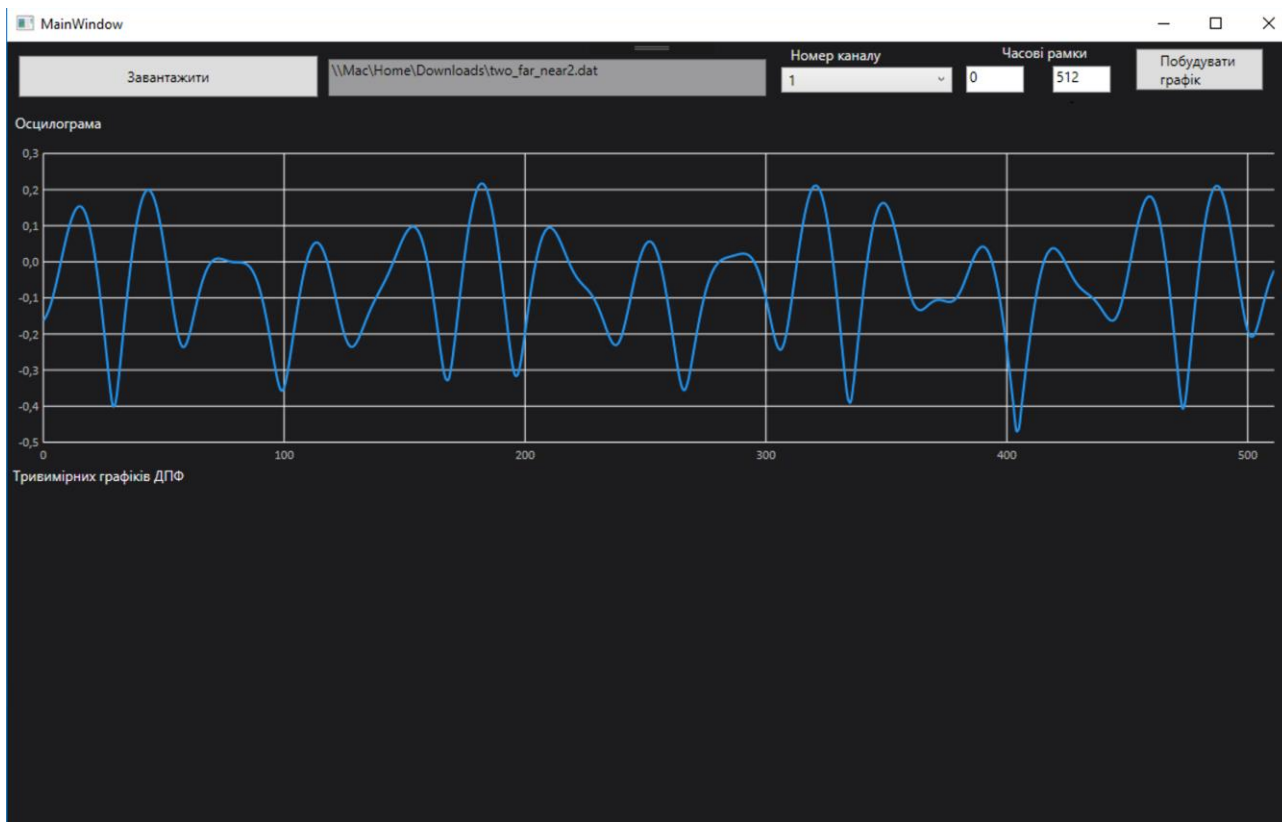


Рисунок 4.2 – Осциллограмма сигнала первого канала

Користувач має змогу обирати частотні канали сигналу в різних діапазонах. Частотні канали сигналу зображені на рисунках 4.3 та рисунку 4.4.

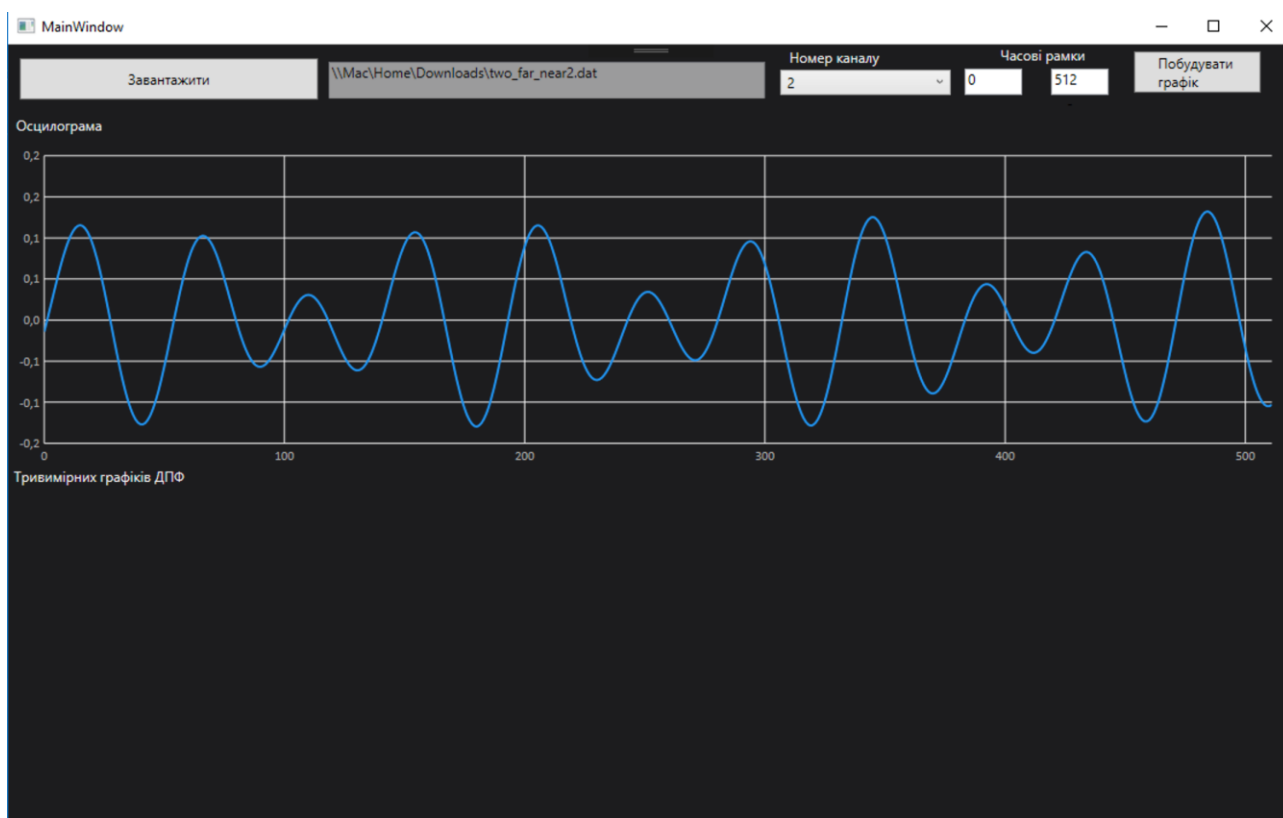


Рисунок 4.3 – Осциллограмма сигнала второго канала

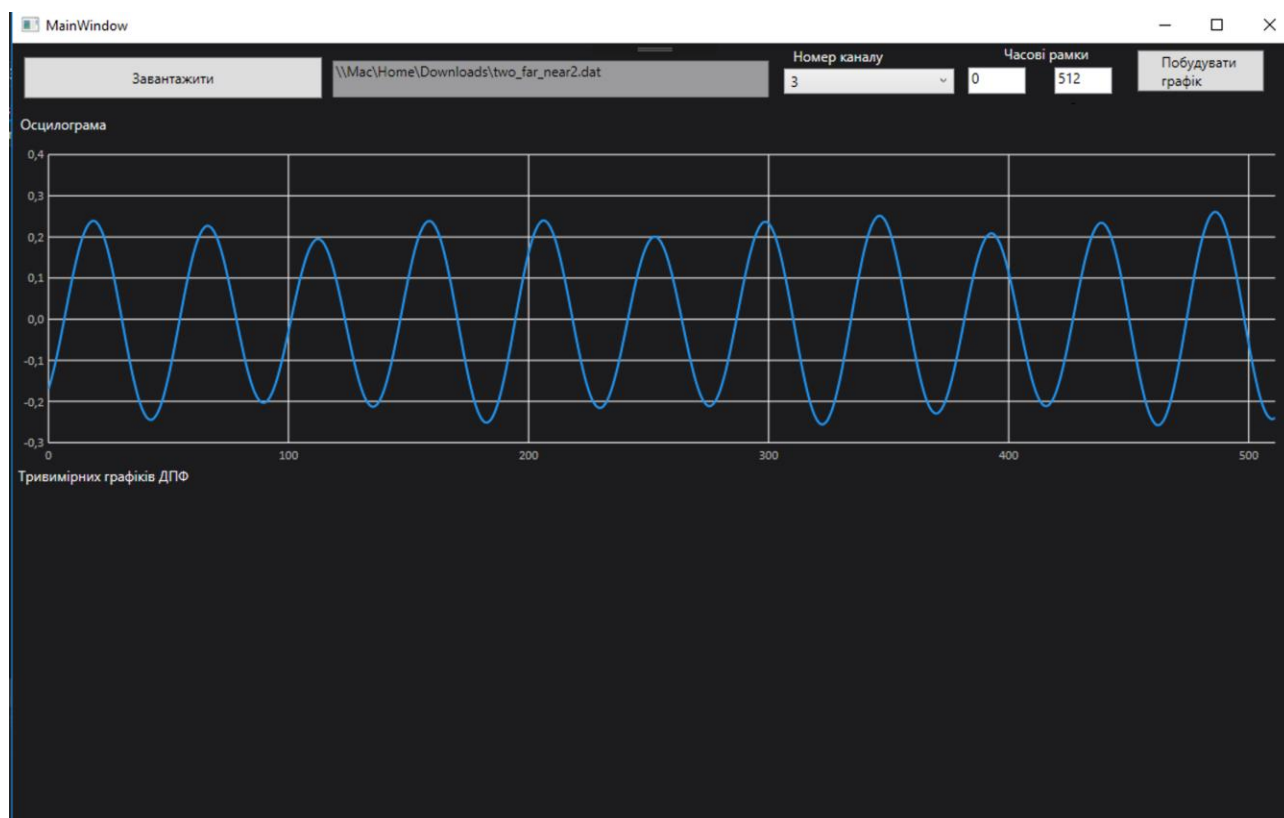


Рисунок 4.3 – Осциллограмма сигнала третьего канала

Після побудови осцилограми користувач натискає на кнопку “Побудувати графік”. Та будує тривимірний графік ДПФ. Тривимірний графік зображений на рисунку 4.4.

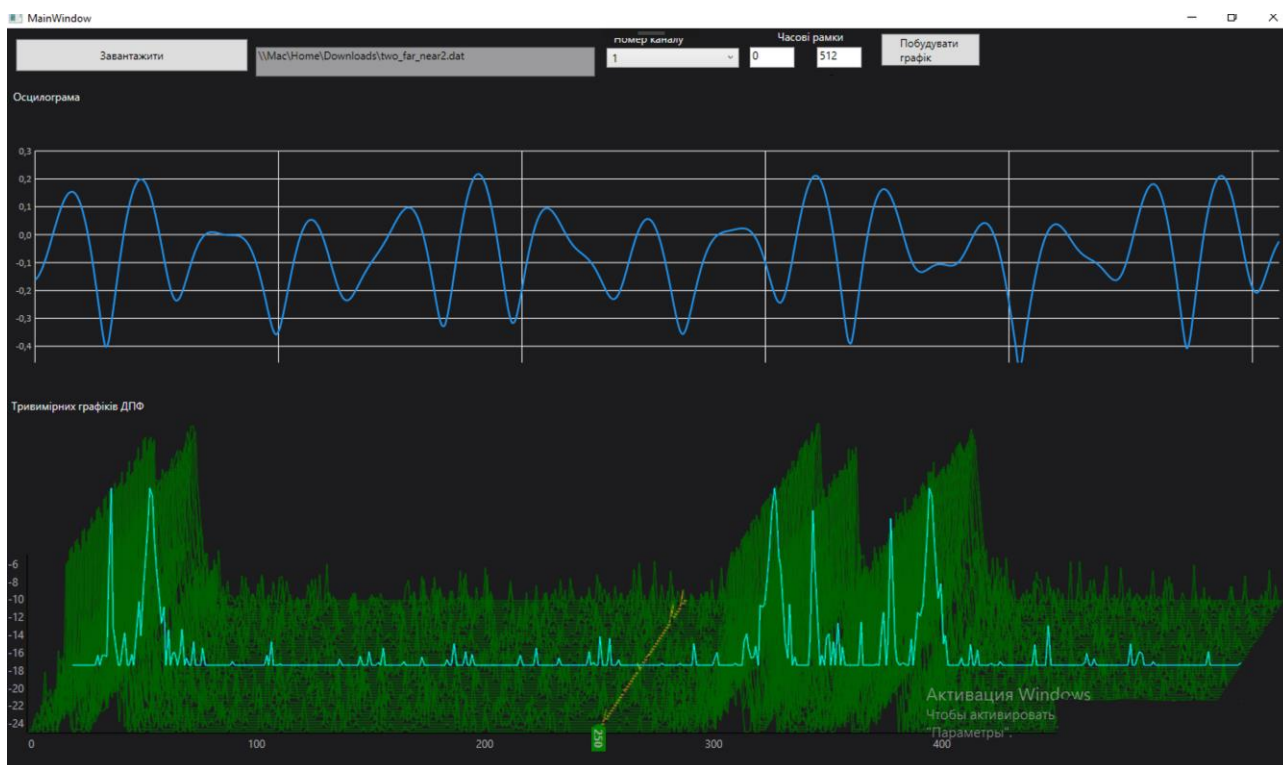


Рисунок 4.4 – Тривимірний графік ДПФ

5. СТАРТАП ПРОЕКТ

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту для визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижченаведених кроків.

5.1 Опис ідеї проекту

В межах підпункту слід проаналізувати та подати у вигляді таблиць:

1. Зміст ідеї (що пропонується).
2. Можливі напрямки застосування.
3. Основні вигоди, що може отримати користувач товару.
4. Чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників.

Перші три пункти подаються у вигляді таблиці (таблиця 5.1) і дають цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки

Таблиця 5.1. Опис ідеї стартап-проекту

| Зміст ідеї | Напрямки застосування | Вигоди для користувача |
|--|---------------------------------------|--|
| Система аналізу спектограм гідроакустичних систем у тривимірному просторі. | 1.Розробка програмного забезпечення | 1. Аналіз та виявлення вузьких місць програмного забезпечення на етапі розробки. |
| | 2.Тестування програмного забезпечення | 2. Аналіз та виявлення вузьких місць програмного забезпечення на етапі тестування. |
| | 3.Інтеграція програмного | 3.Аналіз поведінки програмного забезпечення в |

Продовження табл.5.1

| | | |
|--|-----------------|--|
| | забезпечення | цільовому середовищі для полегшення процесу інтеграції. |
| | 4.Бізнес-аналіз | Збір збереження та аналіз метаданих, для дослідження життєвого циклу та формування |

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

1. Визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї.

2. Визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку.

3. Проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик

| No п/п | (потенційні) товари/концепції конкурентів | | | |
|--------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | Мій проект | Системи формування осцилограм сигналу | Системи формування тривимірного графіку | Системи, що використовують методи ДПФ |

Продовження табл. 5.2

| | | | | | |
|---|----------------------|--|--|--|---|
| 1 | W слабка сторона | Відносно повільний час роботи | Повільний час роботи | Не є направленими на конкретну предметну область. | Не враховує особливості графіку |
| 2 | | Відсутність можливості наближати графік | Діапазон задається лише у виділеному для користувача часу | Не враховує особливості побудови графіку | Обрахунки не автоматизовані |
| 3 | N нейтральна сторона | Користувач сам обирає канал сигналу | Не обирається автоматично канал | Можливість задавати проміжок часу | Проводиться спеціально нанятим персоналом |
| 4 | S сильна сторона | Формування графіку відбувається автоматично | Формування графіку відбувається автоматично | Можливо використовувати в різних предметних областях | Формування більш детального графіку |
| 5 | | Побудований графік можна представити у вигляді діаграм для більшої наглядності | Побудований графік можна представити у вигляді діаграм для більшої наглядності | Присутні графіки створені спеціально для експертів | |
| 6 | | Існує можливість огляду розрахунків кожного пункту графіку | Існує можливість огляду розрахунків кожного пункту графіку | | |

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту [30]. Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (таблиця 5.6):

1. За якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту.
2. Чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити.
3. Чи доступні такі технології авторам проекту.

Таблиця 5.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

| № п/п | Ідея проекту | Технології її реалізації | Наявність технологій | Доступність технологій |
|---|---|--------------------------|----------------------|------------------------|
| 1 | Інтерфейс користувача | Мова програмування C# | Наявна | Умовна безкоштовно |
| 2 | Алгоритм створення осцилограми | Мова програмування C# | Відсутня | Відсутня |
| 3 | Алгоритм формування графіку ДПФ у тривимірному просторі | Мова програмування C# | Відсутня | Відсутня |
| <p>Висновок: проект реалізувати можливо.</p> <p>Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Система аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі.</p> | | | | |

За результатами аналізу таблиці робиться висновок щодо можливості технологічної реалізації проекту: так чи ні, а також технологічного шляху, яким це доцільно зробити (з поміж названих технологій обираються такі, що доступні авторам проекту та є наявними на ринку).

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану

ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів [31].

Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

| № п/п | Показники стану ринку (найменування) | Характеристика |
|-------|--|----------------|
| 1 | Кількість головних гравців, од | 3 |
| 2 | Загальний обсяг продаж, грн/ум.од | 300 грн |
| 3 | Динаміка ринку (якісна оцінка) | Зростає |
| 4 | Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень) | Немає |
| 5 | Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації | Немає |
| 6 | Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), % | 50 % |

Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку) порівнюється із банківським відсотком на вкладення. За умови, що останній є вищим, можливо, має сенс вкласти кошти в інший проект.

За результатами аналізу таблиці робиться висновок щодо того, чи є ринок привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Надалі визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

| № п/п | Потреба, що формує ринок | Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку) | Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів | Вимоги споживачів до товару |
|-------|--------------------------|--|---|-----------------------------|
|-------|--------------------------|--|---|-----------------------------|

Продовження табл. 5.5

| | | | | |
|---|--|---------------------------------------|--|---|
| 1 | Алгоритм ДПФ для формування тривимірного графіку | Дослідники у галузі морських дослідів | Компанії заключають довготривалі договори, а стартапери віддають перевагу пробному терміну | стабільність роботи; невисока ціна; наявність випробувального періоду; наявність документації; підтримка необхідних платформ оптимізований час; |
|---|--|---------------------------------------|--|---|

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (таблиці 5.6-5.7).

Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку. Аналіз пропозиції необхідно виконати аналізуючи існуючі види конкуренції.

Таблиця 5.6. Фактори загроз

| Но п/п | Фактор | Зміст загрози | Можлива реакція компанії |
|--------|------------------------------|---|---|
| 1 | Підходить для нових проектів | Потребує певних знань для роботи з системою | Імпорт файлу формату radio raw |
| 2 | Власний формат зберігання | При необхідності потрібно розробка сервісу приведення до визначеного формату | Додавання можливості автоматизованого експорту різних типів сховищ, розробка додаткового ПЗ |
| 3 | Обмеженість функцій | Інструмент обмежений наявними функціями і не має деяких функцій, які мають конкуренти | Додавання нових функцій за потреби |

Таблиця 5.7. Фактори можливостей

| № п/п | Фактор | Зміст можливості | Можлива реакція компанії |
|-------|-----------------------------|--|--|
| 1 | Попит на програмний продукт | Розвиток паралельних систем сприяє збільшенню попиту систему аналізу гідроакустичних сигналів. | Розробка та підтримка унікального нового надійного функціоналу |
| 2 | Зменшення ціни на розробку | Ефективніше використання наявних ресурсів. | Збільшення штату компанії, збільшення швидкості розробки. |

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (Таблиця 5.8).

На основі аналізу конкуренції, проведеного в п. 3.5 (таблиця 5.8), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 5.2), вимог споживачів до товару (таблиця 6.5) та факторів маркетингового середовища (таблиця 5.6-5.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 5.8. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

| Складові аналізу | Прямі конкуренти в галузі | Потенційні конкуренти | Постачальники | Клієнти | Говори-замінники |
|------------------|---------------------------|---------------------------------|--|-----------------|-----------------------|
| | | Системе формування графіків ДПФ | Мінімізація витрат часу постачальників | Контроль якості | Лояльність споживачів |

Продовження табл. 5.8

| | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|--|
| Висновки: | Визначити інтенсивність конкурентної боротьби з боку прямих конкурентів | Є можливості виходу на ринок, оскільки існуючі рішення не надають потрібних переваг | Постачальники підлаштовуються під ринок | Клієнти диктують вимоги згідно з умовами експлуатації | Обмеження для роботи на ринку через товари замітники |
|-----------|---|---|---|---|--|

Таблиця 5.9. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим) |
|-------|---|--|
| 1 | Орієнтація на предметну область формування графіків | Існуючі конкуренти або не враховують особливості формування сценаріїв, або виконують процес побудови не оптимально |

За визначеними факторами конкурентоспроможності (таблиця 5.9) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (таблиця 5.10)

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (таблиця 5.11) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (Таблиця 5.11).

Таблиця 5.10. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Бали 1-20 | Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з Database Generator (даним продуктом) | | | | | | |
|-------|--|-----------|---|----|----|---|---|---|--|
| | | | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | |
| 1 | Орієнтація на предметну область формування | 20 | + | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | графіків | | | | | | | | |
|--|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|

Таблиця 5.11. SWOT-аналіз стартап-проекту

| | |
|---|---|
| Сильні сторони: Актуальність користування системою, яка викликана бажанням розвитку Оцінка проходить відразу для великої кількості людей, а також у будь-який період часу. Актуальність користування системою, яка дає оптимальні графіки та відображення осцилограм. Невелика ціна користування за місяць | Слабкі сторони: Потребує масштабної рекламної компанії Орієнтація на інтернет, яка може відсіяти «не розвинутих» в технічному плані клієнтів |
| Можливості: Можливе продовження розробки проекту за кордоном, так як система налаштована на країни СНГ. Систему можна використати на ринку фрілансу, для відсіювання некомпетентних виконавців | Загрози: Відсутність користувачів через погану рекламну компанію |

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 5.12. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

| № п/п | Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки | Ймовірність отримання ресурсів | Строки реалізації |
|-------|---|--------------------------------|-------------------|
| 1 | Орієнтація поточної моделі на ринок стартаперів | 25 % | 8 год |
| 2 | Орієнтація поточної моделі на ринок державних установ | 20 % | 72 год |
| 3 | Орієнтація поточної моделі на ринок ентєрпрайз | 35 % | 168 год |
| 4 | Переорієнтація на розробку серверної частини | 75 % | 120 год |
| 5 | Переорієнтація на веб-розробку | 45 % | 96 год |

Альтернатива, де отримання ресурсів є більш простим та ймовірним – №4 " Переорієнтація на розробку серверної частини, що становить 75 відсотків. Це значення перевищує інші альтернативи.

Альтернатива, де строки реалізації є більш стислими – №2 " Орієнтація поточної моделі на ринок державних установ. Терміни реалізації в цьому разі становлять 72 годин.

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (таблиця 5.13).

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку.

Таблиця 5.13. Вибір цільових груп потенційних споживачів

| № п/п | Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів | Готовність споживачів сприйняти продукт | Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту) | Інтенсивність конкуренції в сегменті | Простота входу у сегмент |
|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Стартапери | Готові | Високий | Висока | Просто |
| 2 | Державні установи | Потребують недовгих переговорів | Середній | Середня | Складно |
| 3 | Ентерпрайз | Потребують довгих переговорів | Низький | Низька | Дуже складно |
| Які цільові групи обрано: стартапери | | | | | |

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (таблиця 5.14).

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 5.14. Визначення базової стратегії розвитку

| Обрана альтернатива розвитку проекту | Стратегія охоплення ринку | Ключові конкурентос-проможні позиції відповідно до обраної альтернативи | Базова стратегія розвитку* |
|---|--------------------------------------|--|---|
| Орієнтація поточної моделі на ринок стартаперів | Стратегія концентрованого маркетингу | Стартапери потребують швидкості розробки, яку надає підтримка декількох платформ даним продуктом | Стратегія спеціалізації (спирається на диференціацію) |

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (таблиця 5.15)

Таблиця 5.15. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

| Чи є проект «першопрохідцем» на ринку? | Чи буде компанія шукати нових споживачів | Чи буде компанія копіювати основні характеристики конкурента | Стратегія конкурентної поведінки |
|---|--|---|---|
| Ні | Шукати нових споживачів, забирати існуючих у конкурентів | | Стратегія заняття конкурентної ніші |

5.5 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Для цього у таблиці 5.16 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.16 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

| Потреба | Вигода, яку пропонує товар | Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити) |
|---|--|--|
| Пришвидшення оптимальності роботи алгоритму | Побудова оптимального графіку ДПФ у тривимірному просторі за оптимальний час | Конкуренти або не мають орієнтованості на обробку сигналу, або побудови графіку осцилограми. |

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (таблиця 5.17).

М/Нм – монотонні або немонотонні;

Вр/Тх/Тл/Е/Ор – вартісні, технічні, технологічні, ергономічні або органолептичні (останній – для продуктів харчування)

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме проект буде захищено від копіювання.

Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (таблиця 5.17).

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (таблиця 5.18):

1. Проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту).
2. Вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту.
3. Вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.17. Визначення меж встановлення ціни

| № п/п | Рівень цін на товари-замінники | Рівень цін на товари-аналоги | Рівень доходів цільової групи споживачів | Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу |
|-------|--------------------------------|------------------------------|--|---|
| 1 | 27...250 грн | 105...300 грн | 25000...50000 грн | 27...105 грн |

Таблиця 5.18. Формування системи збуту

| № п/п | Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів | Функції збуту, які має виконувати постачальник товару | Глибина каналу збуту | Оптимальна система збуту |
|-------|--|---|----------------------|--|
| 1 | Клієнт повинен надаватися в режимах “тріал” та “повний” сплатити після закінчення випробувального строку | Легість в встановленні, легкість в оплаті послуг | Windows-додаток | Проводити збут силами посередника побудови сигналу |

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (таблиця 5.19).

Таблиця 5.19. Концепція маркетингових комунікацій

| Специфіка поведінки цільових клієнтів | Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти | Ключові позиції обрані для позиціонування | Завдання рекламного повідомлення | Концепція рекламного звернення |
|--|---|--|--|---|
| Купляють програми через авторизовану мережу | Веб-сайти | Формування сценарію розвитку | Довести, що програмний продукт оптимально формує сценарі | Проводити збут силами посередника побудови сигнал |

ВИСНОВОК

Після виконання магістерської дисертації можна зробити наступні висновки: Як стало відомо після аналізу ситуації в інтернеті на сьогоднішній день, звичайному користувачу дуже важко отримувати актуальну інформацію у галузі гідроакустичних систем в Україні та її регіонах, більш того не існує в Україні такого ресурсу, де би ми могли переглядати та аналізувати отриману інформацію про гідроакустичні сигнали у зручному вигляді без затрат часу.

Тому було вирішено розробити програмний додаток, який буде побудований на основі сучасних технологій та засобів збору інформації з відкритих ресурсів.

Проаналізовано різні методи побудови графіку чотирьох каналів тривимірного графіку ДПФ та зроблені висновки, за допомогою яких ми можемо назвати недоліки та переваги кожного методу побудову графіку. Також було охарактеризовано алгоритм швидкого перетворення Фур'є. Саме цей метод був обраний для виконання поставленого нам завдання як найбільш відповідний для досягнення поставлених цілей.

Для виконання дипломної роботи важливо провести аналіз існуючих інструментів для виконання поставлених задач. Це буде впливати на час виконання, якість, швидкість роботи продукту та її якість.

При розробці і реалізації програмного продукту я використовував середовище розробки Visual Studio 2017, графічний інтерфейс Windows Presentation Foundation та офісний пакет Microsoft Office.

Було представлено технології, завдяки яким було реалізовано систему аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі.

Розділ містить покрокову інструкцію користування системою, можливі помилки та усі можливі сценарії роботи системи. А саме побудова чотирьох каналів сигналу у вигляді осцилограми, побудова чотирьох тривимірних графіків ДПФ.

Розроблений програмний продукт має переваги над існуючими конкурентами та є конкурентноздатним на ринку. Програма має шляхи подальшого розвитку, визначені маркетингові стратегії та шляхи збуту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В. Г. Гусев Системы пространственно-временной обработки «Судостроение» 1988 г.
2. Роберт Дж. Урик Основы гидроакустики «Судостроение» 1978

3. Bjorno L. Applied Underwater Acoustics Elsevier, 2017. — 970 p. — ISBN 978-0-12-811240-3.
4. Chan Y.T. (ed.) Underwater Acoustic Data Processing Kluwer, 1989. — 641 p.
5. Etter P.C. Underwater Acoustic Modeling and Simulation 4th Edition. — CRC Press, Taylor & Francis. — 2013. — 521 p.
6. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. Практический подход - 2-е издание. : Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2008. — 992 с. : ил. — Парал. тит. англ.
7. Смит, Стивен Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников / Стивен Смит; пер. с англ. А. Ю. Линовича, С. В. Витязева, И. С. Гусинского. — М.: Додэка-XXI, 2012. — 720 с. +CD: ил. — Доп. тит. л. англ. — ISBN 978-5-94120-145-7.
8. Жиров О.Л. Аналіз амплітудного розподілу гідроакустичної антени в умовах невизначеності. Вісник ВПІ. - 2000. - №6 – С.104 –106.
9. Данилов В.Я., Данилов В.Я., Жиров О.Л., Квасюк О.П. Розробка математичних моделей та методів оптимізації в гідроакустиці. В ювілейному збірнику наукових праць під редакцією академіка Згуровського М.З. "Сучасні інформаційні технології та системний аналіз - шлях до інформаційного суспільства", присвяченому 10-річчю кафедри Математичних методів системного аналізу ПСА НТУУ (КПІ). Київ, 1998, с.105-110.
10. Жиров О.Л. Мінімаксні оцінки ядра інтегрального оператора. Праці П'ятої Української конференції з автоматичного управління "Автоматика-98": Київ, 13-16 травня 1998р. -Київ: видавництво НТУУ "Київський політехнічний інститут", 1998, - ч.І- с. 38-44.
11. Жиров О.Л. Мінімаксні оцінки співвідношення сигнал/шум. Праці П'ятої Української конференції з автоматичного управління "Автоматика-98": Київ, 13-16 травня 1998р., -Київ: видавництво НТУУ "Київський політехнічний інститут", 1998, - ч.ІІІ- с. 110-112.

12. Жиров О.Л. Слушність оптимальних мінімаксних керувань в задачах з невизначеністю. Друга науково-технічна конференція країн СНД "Контроль і управління в технічних системах", м. Вінниця, 25-28 жовтня 1993 року, с.85.
13. Шамарин Ю.Е. Корабельные гидроакустические станции / Ю.Е. Шамарин, А.Ю. Шамарин // Зб. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – № 6 . – С. 123-132.
14. Заблоцкий В.П. Боевые корабли и суда Украины (Краткий справочник) / В.П. Заблоцкий, В.В. Костюченко. – К.: ДП «Флагман-А», 2007. – 48 с.
15. Корякин Ю.А. Российская гидроакустика: современный этап развития / Ю.А. Корякин, С.А. Смирнов, А.М. Дымшиц // Науч.-технич. сб. «Гидроакустика». – 2000.– Вып. 2. – С. 1-5. 4. Шамарин А.Ю. Гидроакустические станции надводных кораблей / А.Ю. Шамарин // Портовые технологии и техника мореплавания. Сб. науч. тр. Одесской нац. морской акад. – Спец. выпуск. – Одесса: ОНМА, 2007. – С. 175-179.
16. Шамарин Ю.Е. Гидроакустические средства надводных кораблей / Ю.Е. Шамарин, В.Н. Алексеенко, А.Ю. Шамарин // Технологич. системы. – 2012. – № 1. – С. 5-9.
17. А. А. Харкевич *Анализ и спектры*, Изд. 5-е. —Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.—240с.ISBN:978-5-397-00256-1
18. Л. И. Мандельштам, *Лекции по теории колебаний*. --Москва: Наука, 1972.
19. В. Т. Гринченко, А. Ф. Улитко, Н. А. Шульга *Электроупругость*. —Киев: Наукова думка, 1989.—280 с.ISBN: 5-12-000378-8
20. Грінченко В. Т., Вовк І. В., Маціпура В. Т. Основы акустики. — К.: Наукова думка, 2007.
21. Р. Темам, А. Миранвиль Математическое моделирование в механике сплошных сред. 2-е издание (электронное). — М.: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2014
22. Храмов Ю. А. Савер Жозеф (Sauver Joseph) // Физики. Биографический справочник. Изд. 2-ое, Испр. и дополн. — М.: Наука, 1983

23. І. В. Вовк, В. Т. Грінченко, А. П. Макаренков, Л. М. Осипчук, М. П. Трохименко *Акустика храмів Київської Русі*//Акустичний вісник,1998
24. Акустика океанической среды / Под ред. Л. М. Бреховских. — М.: Наука, 1989.
25. *Храмов Ю. А.* Савер Жозеф (Sauver Joseph)// Физики. Биографический справочник. Изд. 2-ое, Испр. и дополн. — М.: Наука,
26. *Лосев А. Ф.* История античной эстетики. Т.4. Аристотель и поздняя классика — М.: Искусство, 1975.
27. *Исакович М. А.* Общая акустика. — М.: Наука, 1973
28. *Махонин Е. И.* [Електроний ресурс] Украинская сейсмическая станция PS-45 на страже мира – Режим доступа:
<http://www.nkau.gov.ua/nsau/newsnsau.nsf/0/9E2E8A54378F1EF5C2256C390030473E>
29. *Бойко В. С., Бойко В. В., Видолоб Ю. Ф. та ін.* Теоретичні основи електротехніки.~Т.1.Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами.~Київ: Політехніка,2004
30. *Азарєнков М. О., Гірка В. С., Лапшин В. І., Муратов В. І.* Теорія коливань та хвиль.—Харків,2005.
31. *Василенко М. В., Алексейчук О. М.* Теорія коливань і стійкості руху. —К.: Вища школа,2004

ДОДАТОК А

Публікації

Система аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному
пространстві

УКР.НТУУ"КПІ"_ТЕФ_АПЕПС_ ТР31248_18М

Аркушів 4

2018

Система аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному пространстві /
 VI наукова конференція «ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У
 СУЧАСНІЙ НАУЦІ», м. Харків, Україна, 11-14 листопада 2018р. УК.:ПП
 «Технологічний Центр»,—с. 69.

VI наукова конференція «ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У СУЧАСНІЙ НАУЦІ». 2018

VI НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У СУЧАСНІЙ НАУЦІ»

Збірка наукових праць VI Наукової конференції «Фундаментальні та прикладні дослідження у сучасній науці» містить наукові доповіді з наступних галузей наук: біологічні науки, економічні науки, медичні науки, педагогічні науки, сільськогосподарські науки, технічні науки, фізико-математичні науки, філологічні науки, хімічні науки. Матеріали представляють інтерес для широкого кола науковців, фахівців у відповідних галузях наук, аспірантів та можуть представляти інтерес для студентів університетів.

Організатор
 ПП «Технологічний Центр»

Державний вищий навчальний заклад
 «Університет менеджменту освіти»

Видавець
 ПП «Технологічний Центр»

Адреса видавництва
 вул. Шатилова дача, 4, м. Харків, Україна, 61145
 ПП «Технологічний Центр»

Тел.: +38 (057) 750-89-90
E-mail: t7810873@gmail.com

Дата конференції 18.10.2018 р.
 Формат 60×84 1/8
 Ціна договірна. Наклад 300 прим.

Conference organizer
 PC «Technology Center»

State Higher Educational Institution
 «University Education Management»

Publisher
 PC «Technology Center»

Publisher's address
 Shatilova dacha str., 4, Kharkiv, Ukraine, 61145
 PC «Technology Center»

Tel.: +38 (057) 750-89-90
E-mail: t7810873@gmail.com

Conference date 30.10.2018
 Format 60×84 1/8
 Price is negotiable. Circulation 300 copies



ТЕХНІЧНІ НАУКИ

АДАПТИВНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
БЕСПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ
Лугін М. М., Ігнатенко В. М.

ВПЛИВ ПОВТОРНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОРОШКОВИХ
МАГНІТНО-МЯКИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗОКРЕМНІЮ
Мініцький А. В., Пилявська С. О., Горюшкін Н. І.

МЕТОДОЛОГІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ
Заболотний С. В., Могілей С. О.

ОБРОБКА ДАНИХ ЕКСПЕРТІВ МЕТОДОМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗА
Сілакова Т. Т.

СИСТЕМА АНАЛІЗУ СПЕКТОГРАМ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ
У ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ
Степанюк А. В., Варава І. А.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОЛІЙНОГО
РОЗВИТКУ СОРТУВАЛЬНИХ ПАРКІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ
СТАНЦІЯХ ПРИПОРТОВИХ ВУЗЛІВ
Шелехань Г. І.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ МАТРИЦЫ СОЕДИНЕНИЙ
КОЛЬЦЕВОЙ ГАЗОВОЙ СЕТИ
Бузовский В. П., Пушина Д. Р.

УДК 661.214.1:662.7:669.013

СИСТЕМА АНАЛІЗУ СПЕКТОГРАМ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ У ТРИВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ

Степанюк А. В., Варава І. А.

Гідроакустика – швидко прогресуюча в даний час наука, яка безсумнівно, має велике майбутнє. Її появі наслідував довгий шлях розвитку теоретичної та прикладної акустики. Гідроакустика отримала широке практичне застосування, оскільки ще не створено ефективної системи передачі електромагнітних хвиль під водою на скільки-небудь значній відстані, і звук тому є єдиним можливим засобом зв'язку під водою. Для країн які омиваються морями актуальним є контроль прибережної акваторії. Існує ряд способів контролю заснованих на різноманітних фізичних принципах: візуальні, радіолокаційні, гідроакустичні та інші. Кожний з них дозволяє виявляти морські об'єкти, проте цілі такого виявлення можуть бути різними. Гідроакустичні методи дозволяють визначати наявність об'єктів у товщі води. Такі задачі були поставлені в першій половині ХХ століття у зв'язку із необхідністю виявлення підводних човнів. В цей час поширення набули гідроакустичні системи активної локації – гідролокатори. Але застосування гідролокаторів видає місцеположення того об'єкту, де він встановлений. Тому останнім часом активно розвиваються методи пасивної локації об'єктів на основі гідрофонів.

В основі спектрального аналізу сигналів лежить інтегральне перетворення і ряди Фур'є. У просторі функцій, заданих на кінцевому інтервалі $(0, T)$, норма, як найбільш загальна числова характеристика довільної функції $s(t)$, за визначенням обчислюється як корінь квадратний зі скалярного добутку функції. У загальному випадку, для комплексних функцій, квадрат норми (енергія сигналу) відповідає виразу:

$$\|s(t)\|^2 = \langle s(t), s(t) \rangle = \int_0^T s(t) \cdot s^*(t) dt$$

В дослідженні вирішується задача побудови спектрограм гідроакустичних сигналів у тривимірному просторі та їх автоматизованого аналізу. Досліджувані гідроакустичні сигнали записані за допомогою гідрофона (датчик тиску), який удосконалений датчиками коливальної швидкості, що розміщені в трьох взаємно перпендикулярних площинах. Використання векторно-фазового методу дозволяє визначити напрямок приходу фронту гідроакустичної хвилі, а дискретне перетворення Фур'є представляє сигнал в частотній області. Для рухомих морських об'єктів взаємні спектри чотирьох каналів P , V_x , V_y , V_z весь час будуть змінюватися, тому актуальним є розширення стандартної спектрограми із використанням БПФ на тривимірний випадок, коли третя вісь відповідає за час протягом якого зсувається діапазон відліків сигналу для побудови БПФ. Система дозволяє відокремити ті

частоти, які перевищують заданий поріг відношення «сигнал-шум». При аналізі цих частот можна робити висновок про напрям руху морського об'єкту, а їх стабільність у часі може бути сприйнята як гідроакустична сигнатура морського об'єкту.

В рамках дослідження розробляється програмне забезпечення для системи аналізу спектограм гідроакустичних сигналів. Воно служить програмою для персонального комп'ютера. На початку система дає можливість користувачу загрузити аудіофайл у форматі raw audio, що містить гідроакустичний сигнал з гідрофона. Система отримує та обробляє з файлу чотири канали – акустичний тиск і три канали коливальної швидкості протягом часу запису.

Ідея обробки сигналу у тривимірному просторі полягає в тому, що розрахунки є більш інформативним. Сигнал є сумою трьох послідовних радіоімпульсів з різними частотами без пауз, з відношенням сигнал та шум, близьким до одного.

Степанюк Андрій Валентинович, кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів та систем, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", пр. Перемоги, 37, Київ, Україна, 03056

Email: styopa102@gmail.com

Варава Іван Андрійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів та систем, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", пр. Перемоги, 37, Київ, Україна, 03056

Email: tef@kpi.ua

ДОДАТОК Б

Акт впровадження

Система аналізу спектограм гідроакустичних сигналів у тривимірному
пространстві

УКР.НТУУ"КПІ"_ТЕФ_АПЕПС_ ТР31248_18М

Аркушів 2

2018